

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS

**“OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN
DE NÉCTAR A PARTIR DE GUANÁBANA (*Anona Muricata L.*),
CON FINES DE ACEPTACIÓN, POR METODOLOGÍA DE
SUPERFICIE DE RESPUESTA”**

PRESENTADO POR:

ALEXANDER VALLADOLID PURIZAGA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

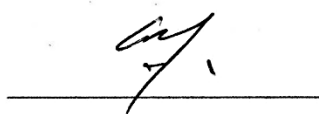
**LINEA DE INVESTIGACION: PRE Y POST VIDA UTIL Y
TRANSFORMACION DE PRODUCTOS AGRICOLAS.**

PIURA 2018

Tesis presentada como requisito para optar el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor: Alfredo Lázaro Ludeña Gutiérrez



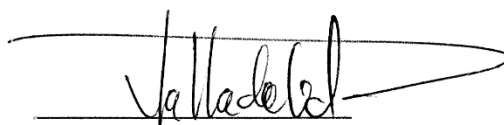
Doctor en Ingeniería Industrial

Co- asesor: Roberto Salazar Ríos



Ing. en Industrias Alimentarias

Tesista: Alexander Enmanuel Valladolid purizaga



Bachiller de Ing. Agroindustrial e Industrias Alimentarias

**“OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE
NÉCTAR A PARTIR DE GUANÁBANA (*Anona Muricata L*), CON
FINES DE ACEPTACIÓN, POR METODOLOGÍA DE SUPERFICIE
DE RESPUESTA”**

APROBADO POR JURADO CALIFICADOR Ad-Hoc



Dr. Daniel Enrique Cruz Granda
Presidente Jurado calificador Ad-Hoc



Ing. Néstor Manuel Castillo Burgos
Secretario Jurado calificador Ad-Hoc

Msc. Nelly Luz Leyva Poyis
Vocal Jurado calificador Ad-Hoc



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DECANATO**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador de la Tesis denominada: «**OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE NÉCTAR A PARTIR DE GUANÁBANA (*Anona muricata* L), CON FINES DE ACEPTACIÓN POR METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA**», presentado por **ALEXANDER ENMANUEL VALLADOLID PURIZAGA** Bachiller de la Escuela profesional en **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** asesorado por el **Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ** y co-asesorado por el **Ing. ROBERTO SALAZAR RÍOS**, Reunidos para la sustentación de ésta y luego de escuchar su exposición y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran:



Con el Calificativo:

A PROBADA

BUENO

En consecuencia el sustentante se encuentra **apto** para recibir el título profesional de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** conforme a Ley.

PIURA, 13 de Agosto del 2018

Dr. DANIEL ENRIQUE CRUZ GRANDA
PRESIDENTE – JURADO CALIFICADOR

Ing. NÉSTOR MANUEL CASTILLO BURGOS
SECRETARIO – JURADO CALIFICADOR

MSc. NELLY LUZ LEYVA POVIS
VOCAL – JURADO CALIFICADOR

RESUMEN

La determinación de la aceptabilidad del néctar de guanábana (*Anona Muricata L*), en función de las variables independientes, dilución pulpa-agua (kg/lt) y concentración de Carboxil metil celulosa (%CMC), como objetivo principal, se obtuvo por la metodología de superficie de respuesta, con un diseño completo central rotacional (DCCR), con un planteamiento factorial completo de 2^k (2^2) incluido 4 puntos axiales y 4 repeticiones localizando 12 ensayos. Utilizando un panel de 30 jueces que respondieron sensorialmente en un análisis de una escala no estructurada de 15 cm, para 12 muestras o ensayos, para la aceptabilidad, dando una ecuación de segundo grado con interacción, representando esta ecuación a la superficie tridimensional, tal como:

$$Y = 8,08028 - 0,02972x_1 - 1,17687x_1^2 - 0,24639x_2 - 1,03980x_2^2 + 0,02417x_1x_2 + \varepsilon$$

Donde Y es la aceptabilidad, X_1 y X_2 son la dilución y la concentración respectivamente, que hay interacción entre la dilución y la concentración que afectan a la aceptabilidad, es decir la aceptabilidad de los jueces depende de la dilución y la concentración en el néctar de guanábana.

Como conclusión se obtuvo los valores que optimicen el modelo y establecerlos como parámetro para su producción. Agua: pulpa y concentración de CMC donde se alcanza el máximo son 0.119862 y 0.097034, respectivamente con los cuales se obtuvieron un nivel de aceptación de 8.095105.

También se concluye que el néctar de guanábana obtenido, está dentro los rangos aceptables por la norma técnica peruana NTP 203.110 (2009), como Sólidos Solubles 14.86° °Brix, pH 3.55 y microbiológicamente dentro de los límites permisibles.

Palabras claves: Aceptabilidad, optimización, néctar

ABSTRACT

The determination of the acceptability of guanabana nectar (*Anona Muricata* L), depending on the independent variables, pulp-water dilution (kg / lt) and concentration of Carboxyl methyl cellulose (% CMC), as the main objective, was obtained by the response surface methodology, with a complete rotational central design (DCCR), with a complete factorial approach of 2^k (2^2) including 4 axial points and 4 repetitions locating 12 trials. Using a panel of 30 judges who responded sensory in an analysis of an unstructured scale of 15 cm, for 12 samples or tests, for acceptability, giving a quadratic equation with interaction, representing this equation to the three-dimensional surface, such as :

$$Y = 8,08028 - 0,02972x_1 - 1,17687x_1^2 - 0,24639x_2 - 1,03980x_2^2 \\ 0,02417x_1x_2 + \varepsilon$$

Where Y is the acceptability, X1 and X2 are the dilution and the concentration respectively, that there is interaction between the dilution and the concentration that affect the acceptability, that is to say the acceptability of the judges depends on the dilution and the concentration in the nectar of soursop.

As a conclusion, we obtained the values that optimize the model and establish them as a parameter for its production. Water: pulp and concentration of CMC where the maximum is reached are 0.119862 and 0.097034, respectively with which an acceptance level of 8.095105 was obtained.

It is also concluded that the soursop nectar obtained is within the ranges acceptable by the Peruvian technical standard NTP 203.110 (2009), as Soluble Solids 14.86° ° Brix, pH 3.55 and microbiologically within the permissible limits.

Keywords: Acceptability, optimization, nectar

DEDICATORIA

El esfuerzo y entrega depositados en la realización del presente proyecto se lo dedico a Dios por acompañarme en todo momento, a mis Papás Gregorio Valladolid y Nimia Purizaga, por todos sus sacrificios y amor incondicional en toda mi vida, gracias porque sin ustedes no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

A todos mis familiares y amigos involucrados en la formación profesional y apoyo a lo largo de mi carrera.

Al Dr. Alfredo Lázaro, Ludeña Gutiérrez y al Ing. Roberto Salazar Ríos, por su apoyo, recomendaciones y por su acompañamiento y buena guía.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a nuestro magnífico creador Dios por la valiosa oportunidad de vida que me ha brindado hasta este momento y permitirme alcanzar este logro mediante su sabiduría, su poder, consuelo y estímulo que tanto me han ayudado en los momentos más difíciles de esta carrera.

Agradezco a todos mis familiares y amigos que siempre estuvieron pendientes de mis estudios y que con sus atenciones y ánimo en momentos de dificultad me ayudaron mucho a continuar en la lucha.

Finalmente agradezco a todos los docentes que con su diario afán impartieron muchos conocimientos y enseñanzas de gran valor, sin faltar agradecer de manera muy especial a todos mis compañeros y amigos que Dios me ha regalado en todos estos años Universitarios, por todos los excelentes momentos que hemos convivido juntos, les deseo éxitos y bendiciones a cada uno. ¡¡Gracias por todo!!!

Alexander Valladolid

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	
CAPITULO I MARCO TEÓRICO	4
1.1 Diseño de experimento	4
1.2 Metodología de superficie de respuesta	4
1.2.1 Elementos de la MSR	7
1.2.2 Técnicas de optimización	8
1.3 Marco conceptual	9
1.4 Antecedentes bibliográficos	10
1.5 Aspectos generales de la guanábana	11
CAPITULO II METODLOGIA EXPERIMENTAL	17
2.1 Lugar de ejecución	18
2.2 Materiales y equipos	18
2.2.1 Diseño experimental	19
2.3 Análisis y métodos	21
2.3.1 Análisis de la Guanábana	21
2.3.2 Análisis físico químico de la materia prima	21
2.3.3 Análisis del néctar de guanábana	23
2.3.4 Análisis microbiológico del néctar de guanábana	23
2.3.5 Análisis sensorial	24
2.3.6 Análisis estadístico	24
2.4 Elaboración del néctar de guanábana	27
CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSION	31
3.1 Caracterización de la guanábana.	31
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFIA	51

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Análisis composicional de la guanábana por 100 gramos de fruto	15
Cuadro N° 2. Escala hedónica para la evaluación sensorial de atributos	26
Cuadro N° 3: Tratamientos a evaluar	27
Cuadro N° 4 Nivel mínimo, central y máximo a escala natural para el DCCR	27
Cuadro N° 5. Planteamiento de cada uno de los ensayos a realizarse	28
Cuadro N° 6. Características físicas de la materia prima	34
Cuadro N° 7 Análisis Físico Químico de la Guanábana	35
Cuadro N° 8 Formulación del Néctar de Guanábana	36
Cuadro N° 9: Análisis Físico Químicos del Néctar de Guanábana luego de 60 días	37
Cuadro N° 10. Análisis Microbiológico del Néctar de guanábana luego de 60 días	37
Cuadro N° 11. Evaluación de la aceptabilidad general de las muestras	38
Cuadro N° 13. Estadística descriptiva de los resultados de las muestras	39
Cuadro N° 14: Análisis de varianza	41
Cuadro N° 15 Análisis de varianza del color	41
Cuadro N° 16. Análisis de varianza del olor	41
Cuadro N° 17. Análisis de varianza del sabor	41
Cuadro N° 18. Diseño Compuesto Central Rotacional	43
Cuadro N° 19. Efectos estimados de la aceptabilidad	44
Cuadro N° 20. Análisis de varianza entre las variables de estudio	45
Cuadro N° 21. Valores óptimos que maximizan Y (N.A.)	46

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Rendimiento (η) con la temperatura (x_1) y la región (x_2).	5
2. Gráfica de Contorno de una superficie Respuesta.	6

3. Efecto de la dilución pulpa: agua y concentración de CMC en la aceptabilidad general del néctar de guanábana.	20
4. Proceso para obtener néctar de guanábana	30
5. Aceptabilidad y dilución pulpa: agua con la concentración de CMC	41
6. Diagrama de Pareto con las variables independientes.	42
7. Zona óptima entre la concentración, dilución en relación a la aceptabilidad	45

INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata*), una fruta exquisita, nutracéutica, en los últimos 5 años las exportaciones de guanábanas han crecido en 247%. En el 2014, el valor de las exportaciones ya ha superado ampliamente lo del año pasado a pesar de estar contabilizando sólo los primeros 10 meses del presente año. El precio por kilo de esta fruta es el más alto registrado desde el inicio de su exportación con un valor de US\$7 el kilo. En lo que va del año el volumen exportado es de 76.5 TM., pero la producción es estacional y temporal, además que los tiempos van cambiando y los gustos en el consumidor también. Por lo que buscar diversificar a otro tipo de presentación para llevarlo a nuevos mercados y a mejor precio, especialmente nichos de mercados exigentes, donde tienen preferencia por lo saludable nutricionalmente, la vitamina C, posee alrededor de 20 mg por cada 100 gramos de carne de la fruta. Lo que una persona necesita de vitamina C por día son 60 mg, que se cumplen con solo consumir 300 gramos de fruta de guanábana. El contenido de la vitamina C es lo suficientemente alto en la guanábana para convertirla en una excelente antioxidante. Esto ayuda a aumentar la resistencia y retrasar el proceso de envejecimiento.

Con el crecimiento de la demanda de jugos de fruta y néctares que no solo se ha dado en el mercado interno, sino que también hay una fuerte demanda en el mercado externo, especialmente en los países de Europa, según lo indica Día (2010); además, Piura es una zona virgen en la industria de derivados de guanábana y esto representa una ventaja competitiva que debe aprovecharse hoy en día siendo una zona productora de la materia prima la cual es esencial para llevar a cabo su realización.

Por lo que realizar una formulación de néctar de guanábana que satisfaga mejor al consumidor y sus costos asociados para su producción y venta, poder validarlo o contrastarlo con los gustos del consumidor será materia de esta investigación.

La presente tesis titulada: “optimización de parámetros para la obtención de néctar a partir de guanábana (*anona muricata l*), con fines de aceptación, por metodología de superficie de respuesta” se agrupo en capítulos.

En el primer capítulo se encuentra el marco teórico, en el cual se menciona sobre los conceptos de la superficie de respuesta y técnicas de optimización, gráficas de contorno, antecedentes de experiencias similares a nuestro trabajo de investigación,

composición nutricional de la guanábana, características, condiciones de su cultivo, su taxonomía; técnicas de conservación, principales aditivos en la elaboración del néctar.

En el segundo capítulo se encuentra el marco metodológico, en el cual se habla sobre el diseño experimental a utilizar, las etapas principales del flujo de proceso, métodos y análisis de materia prima y producto final y la determinación de la curva de superficie y su modelo estadístico y matemático que la rige.

Actualmente, la vida cada día es más rápida, agitada y estresante, deja poco tiempo para dedicar a labores domésticas y a experimentos costosos en la industria por este motivo cada vez son más comunes los trabajos de investigación que busca la optimización con el menor costo posible y el tiempo adecuado, que facilita los software a través de metodologías como la dilución pulpa con agua y la concentración del carboximetil-celulosa teniendo en cuenta la aceptabilidad de los catadores del néctar de guanábana.

En el tercer capítulo encontramos los resultados y discusiones los cuales se obtuvieron de manera cuantitativa después de ser sometidos a la pulpa de la guanábana a tratamientos que se reflejan en los objetivos planteados para la investigación. Finalmente se presentan las principales conclusiones, recomendaciones y anexos de la tesis.

OBJETIVOS:

Objetivo general

Optimización de parámetros para la obtención de néctar a partir de guanábana (*anona muricata* L), con fines de aceptación, por metodología de superficie de respuesta.

Objetivos específicos

- Determinar la interacción que guardan relación entre los parámetros dependientes e independientes en el néctar de Guanábana.
- Determinar el modelo matemático que rige la optimización.
- Determinar un rango de valores que optimicen el modelo y establecerlos como parámetro para su producción.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Diseño de Experimentos:

Los modelos de diseño de experimentos, son modelos estadísticos clásicos cuyo objetivo es averiguar si unos determinados factores influyen en una variable de interés y, si existe influencia de algún factor, cuantificando dicha influencia, mencionado por Diazaraque (2010).

El Diseño de Experimentos se ha convertido en una herramienta ampliamente utilizada en las áreas de investigación y desarrollo en la industria, así como en el área de control y optimización de procesos. Esta disciplina surge como una herramienta en investigación que ayuda a diseñar y optimizar la aplicación y el número de corridas experimentales en investigaciones básicas y aplicadas. Sin embargo, ha mostrado ser de gran utilidad en el desarrollo y diseño de nuevos productos y procesos, al identificar todos los factores que influyen y la optimización del número de corridas experimentales para comparar y validar cambios, en vías de las mejoras en producción en la industria alimentaria. (UNAM, 2008).

1.2 Metodología de Superficie Respuesta (MSR)

La metodología de superficies de respuesta, es una colección de técnicas de diseño experimental, métodos de regresión y optimización de procesos. La base está en encontrar niveles óptimos de un factor sobre una respuesta. Se hacen pocos experimentos y se enfoca la atención sobre los niveles donde la respuesta es óptima por lo que se considera una experimentación secuencial. Su nacimiento se desarrolló alrededor de la ingeniería química, por la necesidad de encontrar un modelo que correlacionaras diversos factores influyentes en los procesos de reacción química. (Colombia, 2011)

La MSR es la estrategia experimental y de análisis que permite resolver el problema de encontrar las condiciones de operación óptimas de un proceso, es decir, aquellas que dan por resultado “valores óptimos” de una o varias características de calidad del producto, según Fanny (2014).

El propósito inicial de estas técnicas es diseñar un experimento que proporcione valores razonables de la variable respuesta y, a continuación, determinar el modelo matemático que mejor se ajusta a los datos obtenidos. El objetivo final es establecer

los valores de los factores que optimizan el valor de la variable respuesta. Esto se logra al determinar las condiciones óptimas de operación del sistema, según Piqueras (2015). La diferencia entre la metodología de superficie de respuesta (RSM) y un diseño experimental corriente estriba en que un diseño experimental por sí solo tiene como objetivo localizar el tratamiento “ganador” entre todos aquellos que se han probado. En cambio, RSM pretende localizar las condiciones óptimas de operación del proceso. Ello supone un reto para el investigador, requiere una estrategia más completa e incluye la posibilidad de efectuar varios experimentos secuenciales y el uso de técnicas matemáticas más avanzadas. (Piqueras, 2015)

Por ejemplo, suponga que un ingeniero químico quiere encontrar los niveles de temperatura (x_1) y presión (x_2) que maximicen el rendimiento (y) de un proceso. El rendimiento del proceso es una función de los niveles de la temperatura y la presión, por ejemplo,

$$y = f(x_1, x_2) + \varepsilon$$

Donde ε representa el ruido o error observado en la respuesta y si la respuesta esperada se denota por: $E(y) = f(x_1, x_2) = \eta$

Entonces a la superficie representada por $\eta = f(x_1, x_2)$ se le llama superficie de respuesta. (Amaro, 2015)

Para ayudar a visualizar la forma de una superficie de respuesta, con frecuencia se grafican los contornos de la superficie de respuesta. En la gráfica de contornos se trazan las líneas de respuesta constante en el plano (x_1, x_2) .

Cada contorno corresponde a una altura particular de la superficie de respuesta.

En la mayoría de los problemas MSR, la forma de la relación entre la respuesta y las variables independientes es desconocida. Por lo tanto, el primer paso de la MSR es encontrar una aproximación adecuada de la verdadera relación funcional entre y y el conjunto de variables independientes. Por lo general se emplea un polinomio de orden inferior en alguna región de las variables independientes. Si la respuesta está bien modelada por una función lineal de las variables independientes, entonces la función de aproximación es el modelo de primer orden.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

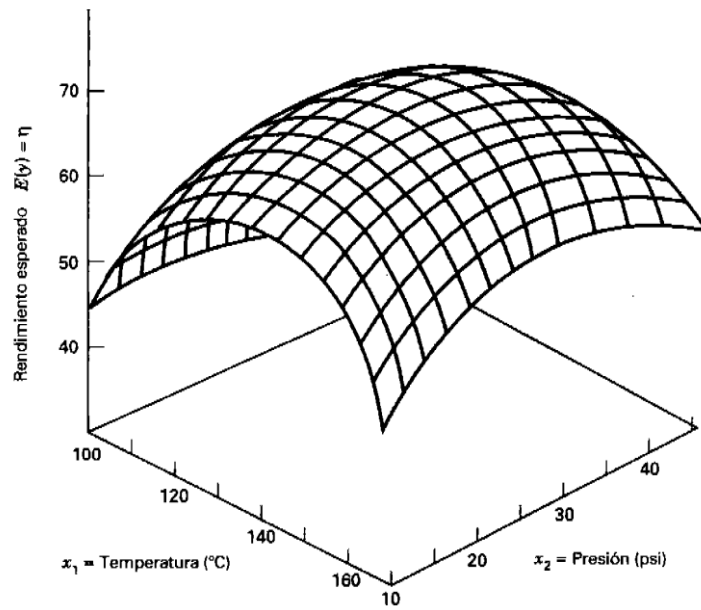


Figura 1. Superficie de respuesta tridimensional donde se indica el rendimiento esperado (η) como una función de la temperatura (x_1) y la presión (x_2). (Montgomery D. C., 2004)

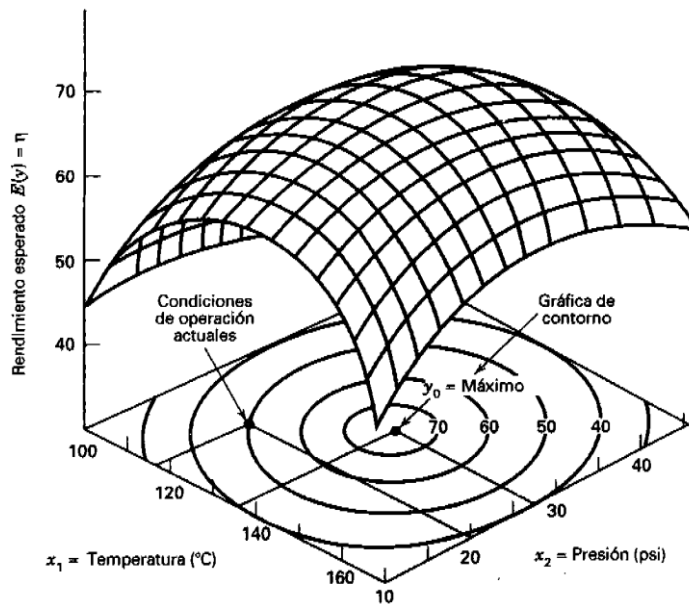


Figura 2. Gráfica de Contorno de una superficie Respuesta (Montgomery, 2014).

Si hay curvatura en el sistema, entonces debe usarse un polinomio de orden superior, tal como el modelo de segundo orden.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon$$

En casi todos los problemas MSR se usa uno de estos modelos, o ambos. Desde luego, es probable que un modelo polinomial sea una aproximación razonable de la verdadera relación funcional en el espacio completo de las variables independientes, pero para una región relativamente pequeña suelen funcionar bastante bien, según. Montgomery (2004).

1.2.1 Elementos de la MSR (Metodología de Superficie de Respuesta)

La metodología de superficie de respuesta implica tres aspectos:

Diseño, modelo y técnica de optimización.

a) Diseño

El diseño y el modelo se piensan al mismo tiempo, y dependen del tipo de comportamiento que se espera en la respuesta. De manera específica, el modelo puede ser de primero o segundo orden (plano o con curvatura); por ello, el tipo de diseño utilizado y el método de optimización se clasifican, según sea el caso, como de primero o segundo orden.

El aspecto diseño implica que para optimizar un proceso se debe aplicar el diseño de experimentos, en particular aquellos que sirven para ajustar un modelo de regresión lineal múltiple, mencionado por Briones (2011).

b) Modelo

El aspecto del modelo utiliza el análisis de regresión lineal múltiple, junto con sus elementos básicos que son: parámetros del modelo, modelo ajustado, significancia del modelo, prueba de falta de ajuste, residuos, predichos, intervalos de confianza para predichos y coeficiente de determinación, según Neyra (2010).

c) Optimización

Según Salazar (2008), menciona el aspecto de optimización está formado por algunas técnicas matemáticas que sirven para que, dado un modelo ajustado, explorarlo a fin de obtener información sobre el punto óptimo. Conviene recordar técnicas como:

derivadas de funciones, multiplicadores de Lagrange, operaciones con matrices, valores y vectores propios y sistemas de ecuaciones simultáneas.

1.2.2 Técnicas de Optimización

Se distinguen tres etapas en la búsqueda del punto óptimo, que son:

Cribado: La optimización de un proceso se inicia con esta etapa cuando tiene muchos factores (más de 6 u 8) que influyen en la variable de interés.

Búsqueda I o de primer orden: Esta etapa se aplica cuando se tienen pocos factores, y se sabe que éstos influyen en la variable de respuesta. En esta etapa se corre un diseño de primer orden que permita caracterizar en forma preliminar el tipo de superficie de respuesta y detectar la presencia de curvatura. Por lo general se utiliza un diseño factorial completa o fraccionada con repeticiones al centro.

Búsqueda II o de segundo orden: En el momento en que se detecta la presencia de curvatura, o bien, que la superficie es más complicada que un hiperplano, se corre o se completa un diseño de segundo orden para caracterizar mejor la superficie y modelar la curvatura. Con el modelo ajustado se determinan las condiciones óptimas de operación del proceso.

Una vez que se tiene el modelo debidamente ajustado y validado se procede a explorar la superficie descrita por el modelo para encontrar la combinación de niveles en los factores que dan por resultado un valor óptimo de la respuesta, o bien, para determinar la dirección óptima de movimiento en la que se debe experimentar en el futuro. Si el modelo no explica un mínimo de 70% del comportamiento de la respuesta, en términos del R^2_{aj} , no se recomienda utilizarlo para fines de optimización porque su calidad de predicción es mala. En adelante supondremos niveles codificados para los factores (-1 , $+1$), lo cual facilita las interpretaciones y los cálculos. Por lo que siempre que se encuentren las condiciones óptimas o la dirección de experimentación futura, primero se hará en condiciones codificadas y después eso se debe traducir a condiciones o niveles reales. Aunque el uso de un software puede evitar el uso de códigos.

La técnica de optimización a utilizar depende del tipo de modelo ajustado y existen básicamente tres métodos, que son:

Escalamiento ascendente (o descendente), Análisis canónico y

Análisis de cordillera. El escalamiento ascendente es para el modelo de primer orden y las otras dos técnicas son para el modelo de segundo orden según Día (2010.).

1.3 Marco Conceptual

1.3.1 Factores.

Son las condiciones del proceso que influyen la variable de respuesta. Estos pueden ser cuantitativos o cualitativos.

1.3.2 Respuesta

Es una cantidad medible cuyo valor se ve afectado al cambiar los niveles de los factores. El interés principal es optimizar dicho valor.

1.3.3 Función de respuesta

Al decir que un valor de respuesta Y depende de los niveles X_1, X_2, \dots, X_k de k factores, X_1, X_2, \dots, X_k , estamos diciendo que existe una función matemática de X_1, X_2, \dots, X_k cuyo valor para una combinación dada de los niveles de los factores corresponde a Y , esto es $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_k)$. Montgomery (2005).

1.3.4 Función de respuesta predicha

La función de respuesta se puede representar con una ecuación polinomial. El éxito en una investigación de una superficie de respuesta depende de que la respuesta se pueda ajustar a un polinomio de primer o segundo grado.

Supongamos que la función de respuesta para los niveles de dos factores se puede expresar utilizando un polinomio de primer grado:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Donde b_0, b_1, b_2 son los coeficientes de regresión a estimar, b_1 y b_2 representan los niveles de X_1 y X_2 respectivamente. Suponiendo que se recolectan $N=3$ valores de respuesta (Y), con los estimadores b_0, b_1 y b_2 se obtienen b_0, b_1 y b_2 respectivamente. Al remplazar los coeficientes de regresión por sus estimadores obtenemos:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$$

Donde \hat{Y} denota el valor estimado de Y dado por x_1 y x_2 , según Peregrina (2000)

1.3.5 Gráfica de contornos.

La gráfica de contornos facilita la visualización de la forma de una superficie de respuesta en tres dimensiones. En ésta las curvas de los valores iguales de respuesta se grafican en un plano donde los ejes coordenados representan los niveles de los factores. Cada curva representa un valor específico de la altura de la superficie, es decir un valor específico de Y. Esta gráfica nos ayuda a enfocar nuestra atención en los niveles de los factores a los cuales ocurre un cambio en la altura de la superficie. (Montgomery, 2004).

1.4 Antecedentes Bibliográficos

Según López *et al* (2012) en el trabajo de investigación “El Método de Superficie Respuesta y la Programación Lineal en el desarrollo de un néctar mixto de alta aceptabilidad y mínimo costo”, tuvo como objetivo desarrollar un néctar mixto de alta aceptabilidad y bajo costo. Para la obtención del néctar mixto se consideraron diferentes cantidades de maracuyá, pepino dulce, sacarosa, y completando el 100% con agua, siguiendo un diseño de dos etapas: screening (utilizando un diseño del tipo $2^3 + 4$ puntos centrales) y optimización (utilizando un diseño del tipo $2^2 + 2*2 + 4$ puntos centrales); etapas que permitieron explorar una formulación de alta aceptabilidad. Luego se utilizó la técnica de Programación Lineal para minimizar el costo del néctar de alta aceptabilidad. Resultado de todo este proceso se obtuvo un néctar mixto de aceptabilidad óptima (puntaje de 7), cuando la formulación está entre 9 y 14% de maracuyá, 4 y 5% de sacarosa, 73,5% de zumo de pepino y completando con agua hasta el 100%. La Programación Lineal permitió reducir el costo del néctar mixto con aceptabilidad general óptima en S/.174 para una producción de 1000 L/día.

Según Varilla (2014) en el trabajo de investigación de “Optimización de un néctar de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y Papaya (*Carica papaya L.*) Mediante el análisis de supervivencia, desarrolló una formulación de néctar a base de dos frutas maracuyá y papaya mediante el diseño de mezclas, según la metodología de superficie de respuesta se realizó las pruebas preliminares a diferente % de jugo de Maracuyá, % de pulpa de Papaya y % de agua, concluyendo una proporción cuya relación de pulpa/agua este entre 1/5 a 1/3, mediante un panel semientrenado.

Según Gil (2008) en “Evaluación sensorial y fisicoquímica de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones, el objetivo de este trabajo es desarrollar un néctar de mango y maracuyá, optimizando la formulación a través de pruebas sensoriales de doce formulaciones a diferentes proporciones de mango, maracuyá y azúcar. El análisis de correlación y regresión determinó las características organolépticas que definen fuertemente la calidad del néctar. La optimización de la formulación se apoyó de una gráfica que interpola las calificaciones del néctar.

Se formó un panel de evaluadores semi-entrenados que evaluaron las doce formulaciones mediante una encuesta de escala no estructurada, donde se evaluó: color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor e impresión general. Los parámetros físico-químicos calculados fueron: °Brix, acidez titulable, pH, viscosidad y °Brix/acidez titulable. El análisis de varianza ($p < 0,05$), el análisis de correlación y regresión determinaron que el dulzor, la tipicidad del sabor y del olor tienen alta correlación con la aceptación del néctar. La prueba de comparación múltiple de Fisher determinó que el color, acidez y consistencia no tienen diferencias significativas entre las formulaciones. La formulación óptima contiene 40% de mango, 10% maracuyá y 9,34% de azúcar.

1.5 Aspectos generales de la Guanábana

1.5.1 Taxonomía Y Morfología de la Planta:

Taxonomía:

Reino	:	Vegetal
Clase	:	Angiospermae
Subclase	:	Dicotyledoneae
Orden	:	Ranae
Familia	:	Annonaceae
Género	:	<i>Annona</i>
Especie	:	<i>Muricata L</i>

Calzada (1998), menciona que la principal especie del género es la guanábana y que tiene como afines a:

- A. Diversifolia Saff** (Y Lama)
- A. Cherimola** (*Chirimoya*)
- A. Squamosa L** (Anona Blanca, Anon)
- A. Mucosa Jacq.** (Biribá)
- A. Reticulata L.** (Anona colorada, corazón)
- A. Purpúrea Moc y Sessé** (guanábana tosete)
- A. Montaña Mc y Fod** (guanábana cimarrona)
- A. cinerea** (Anon colorado)
- A. Cherimola * A. Squamosa** (Hibrido Atemoya)

1.5.2 Condiciones de clima y suelos

Es un árbol oriundo de la América tropical, que espontáneamente creció al sur de México hasta el Brasil.

Fue una de las primeras plantas llevadas a Europa después del descubrimiento de América, y fue Oviedo en 1526, quien describió primero este frutal. Hoy se encuentra en el sur de china, Australia, oriente y occidente de África, palestina, la india de islas del pacifico.

Existen tres grandes grupos : dulces , semiáridas y acidas , aunque también están clasificados por la consistencia de la pulpa , que varía desde blanda y jugosa hasta firme y seca .En Colombia no han sido identificadas variedades, pero en la costa Atlántica se cultivan las agridulce de tamaño mediano y en Cundinamarca y Tolima son dulces y cada fruto con peso que variar entre 200 y 3000 gr.

Es un árbol de 3 a 11 m de altura de altura, ramificado en su base y copa, que se desarrolla generalmente en forma cónica: presenta un tallo único, con corteza cenicienta y ramificación simétrica que le da porte esbelto, comienza su producción entre los tres y cinco años, a alcanzando su pleno de desarrollo de los seis a ocho años, según el suelo y el clima.

El árbol tiene la tendencia a producir chupones; por esto se debe atender desde los primeros estadios de crecimiento. La madera es fibrosa y elástica y un tanto difícil de quebrar .Las hojas son de peciolo corto con base cuneiforme, de olor fuerte y se forman sobre ramas cortas axilares o directamente sobre el tronco. Usualmente solo se desarrolla una flor que da origen a un fruto .Las flores poseen seis pétalos de color blanco crema dispuestos en dos filas y en posición alterna y tres sépalos verdes

oscuros, posee numerosos carpelos y ovarios densamente pubescentes. Los frutos son bayas grandes, ovoides, acorazonadas o irregulares, de aspecto brillante cuando están jóvenes y color verde mate en estado adulto entre 15 y 45 cm de largo y 22 cm de diámetro menor y alcanzan un peso máximo de 3 kg. La corteza es delgada, provista o no de espinas carnosas ya amargas.

1.5.3 Características del fruto de guanábana

La pulpa es blanda y de color blanco cremosos, succulenta, agri dulce y de aroma exquisito. Las semillas son numerosas, ovoideas aplanadas, de 2 cm aproximadamente de longitud y coloración parda negra.

Desde el punto de vista de calidad es el mejor fruto la guanábana que muestra un color verde uniforme en la cáscara, sin manchas negras o marrones, entera y de consistencia media y aromática característica a fruta propia, para la elaboración de néctar no interesa el tamaño o calibre. En el siguiente cuadro N° 1, se indica la composición nutricional de la guanábana por cada 100 g de sustancia comestible: Su contenido de fósforo (28 mg) y vitamina C (25 mg); además del contenido de calcio (22 mg), hacen un fruto necesario para el organismo humano.

En el cuadro N° 1, se muestra la tabla composicional de la guanábana, mostrando fuente de carbohidratos, vitaminas y minerales que de proteínas y grasas.

Cuadro N° 1 Análisis composicional de la guanábana por 100 gramos de fruto.

Compuesto	Cantidad
Agua	83.4%
Proteínas	1.0 %
Grasas	0.2%
Carbohidratos	13.0 %
Fibra	1.6%
Cenizas	0.7%
Calcio	22.00 mg
Fósforo	28.00 mg
Hierro	0.60 mg
Tiamina	0.40 mg
Riboflavina	0.07 mg
Niacina	0.90 mg
Ácido ascórbico	25.00 mg
Calorías	52

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (1975)

1.5.4 Características del producto a obtener

a) Pulpa de frutas:

Se puede definir a la pulpa, como el producto de la extracción mecánica de la parte comestible de una fruta, la misma que luego deberá ser sometida a una molienda refinada y que puede ser utilizada para elaborar néctares o conservas en latas esterilizadas. También puede conservarse en bolsas de polietileno y congelada o con adición de ácido y conservador químico y refrigerado.

b) Zumos de frutas:

Los zumos de frutas y legumbres, así como las bebidas no alcohólicas a base de zumos de frutas pueden definirse como el producto que procede de la presión de frutas o legumbres frescas, sanas y maduras no fermentadas, el cual es sometido a un tratamiento térmico que asegure su conservación.

Está permitida la adición de azúcar en una cierta dosis que no sobrepase los 100 g/l, con la condición de que se indique en la etiqueta o rotulo del envase que contenga al producto. Pero de acuerdo a la mayoría de normas, está prohibido cualquier otra adición, como ejemplo agentes conservadores, productos químicos; así como la dilución del zumo, según Cheftel (1992).

c) Néctares de fruta:

Es el nombre comercial que se le ha dado al producto constituido por el jugo y la pulpa de fruta finamente dividida y tamizada, adicionada de agua, azúcar y si es necesario de un ácido orgánico y estabilizador apropiado; el cual ha sido convenientemente preparado y sometido a un tratamiento térmico que asegure su conservación en envases herméticos.

Estos productos varían en su constitución desde viscosidades pequeñas hasta néctares con sólidos suspendidos y con una elevada viscosidad como los de manzana y pera. La producción y preservación de néctares, jugos pulposos y combinaciones de jugos de frutas es de gran importancia comercial siendo muchos de ellos de sabores ácidos o de sabores demasiado fuertes para ser bebidas agradables sin dilución o combinadas; o ambas.

Según la NTP (2009), se entiende por néctar el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares, miel jarabes y/o edulcorantes a zumo (jugo) de fruta, zumo (jugo) concentrado de fruta, zumo de fruta extraído con agua, puré de fruta, puré concentrado de fruta o a una mezcla de éstos. Podrán añadirse sustancias aromáticas, componentes aromatizantes volátiles, pulpa y células, todos los cuales deberán proceder del mismo tipo de fruta y

obtenerse por procedimientos físicos. Un néctar mixto de fruta se obtiene a partir de dos o más tipos diferentes de fruta (NTP, 2009).

El contenido mínimo de jugo o pulpa en néctares de fruta en términos de volumen/volumen es del 25% para todas las variedades de frutas, excepto para aquellas frutas que por su alta acidez no permiten estos porcentajes. Para éstas frutas de alta acidez, el contenido de jugo o pulpa deberá ser el suficiente para alcanzar una acidez mínima de 0.5% expresada en el ácido orgánico correspondiente según el tipo de fruta (NTP, 2009).

d) Materia prima e insumos:

Frutas:

El néctar se obtiene a partir de frutas maduras, sanas y frescas libres de podredumbre y convenientemente lavadas. Una de las ventajas en la elaboración de los néctares en general, es la de permitir el empleo de frutas que no son adecuadas para otros fines ya sea por su forma y/ o tamaño.

Agua:

A parte de sus características propias, el agua empleada en la elaboración de néctares deberá reunir las siguientes características:

- Calidad potable.
- Libre de sustancia extrañas e impurezas.
- Bajo contenido de sales.

La cantidad de agua que se debe incorporar al néctar se calcula según el peso de la pulpa o jugo y de las características de la fruta.

Azúcar:

Los néctares en general contiene dos tipos de azúcar: el azúcar natural que aporta la fruta y el azúcar que se incorpora adicionalmente. El azúcar le confiere al néctar el dulzor característico.

Entre otros tipos de azúcar, se puede mencionar: la chancaca, miel de abeja, miel de caña, etc. en todo caso el uso de cualquier tipo de azúcar dependerá de su costo, disponibilidad en la zona y de las exigencias del mercado.

Según la norma técnica peruana, los néctares deben tener un contenido de azúcar que puede variar entre 13 a 18° Brix.

Ácido cítrico:

Se emplea para regular la acidez del néctar y de esta manera hacerlo menos susceptible al ataque de microorganismos, ya que en medios ácidos estos no podrán desarrollarse.

Todas las frutas tienen su propia acidez, pero una vez que se incorpore el agua esta se debe corregir.

Conservante:

Los conservantes son sustancias que se añaden a los alimentos para inhibir el desarrollo de microorganismos, principalmente hongos y levaduras. Evitando de esta manera su deterioro y prolongado su tiempo de vida útil. Los conservantes químicos más usados son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio.

Estabilizador:

Es un insumo que se emplea para evitar la sedimentación en el néctar, de las partículas que constituyen la pulpa de fruta. Asimismo el estabilizador le confiere mayor consistencia al néctar.

CAPITULO II: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 Lugar de ejecución. El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Tecnología de alimentos de la facultad de Zootecnia y en los laboratorios de agroindustria e industria alimentaria de la facultad de ingeniería industrial, de la Universidad Nacional de Piura.

2.2 Materiales y Equipos

❖ Materia prima

✓ Para la experimentación se utilizó Pulpa de guanábana (*Anona Muricata L*), en estado fresca.

❖ Insumos

✓ Azúcar refinada

✓ Estabilizador (CMC)

✓ Ácido cítrico

✓ Agua

❖ **Materiales**

✓ Termómetro.

✓ Pipetas.

✓ Probetas.

✓ Matrices.

✓ Vasos de precipitación.

✓ Embudos

✓ Buretas.

❖ **Equipos**

✓ Estufa, ADVantec (50 °C a 300 °C)

✓ Balanza analítica

✓ pH metro

✓ Refractómetro, marca Atago, rango: 0-28°Brix

✓ Cocina eléctrica

✓ Equipo soxhlet

✓ Equipo de Titulación

✓ Balanza Gramajera de 500gr

✓ Mufla Thermuleyne (Máximo 1200 °C).

✓ Cámara digital

✓ Potenciómetro

✓ Balanza Analítica

❖ **Utensilios**

✓ Ollas de aluminio.

✓ Tela organza.

✓ Cucharas de palo.

✓ Aguja y asa de Koll.

✓ Jarras plásticas graduadas (1Lt)

✓ Guantes

❖ **Reactivos**

✓ Agua destilada.

- ✓ Fenolftaleína 1%.
- ✓ Éter de petróleo p.a.(rango de ebullición 40 °C-60 °C)
- ✓ Alcohol etílico al 95 %.
- ✓ Fenolftaleína 0,5 %.
- ✓ Solución catalizadora de sulfito de cobre $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- ✓ Solución de ac. Sulfúrico H_2SO_4 0,1000 N estandarizado.
- ✓ Alcohol acetona.
- ✓ Éter dietético p.a.
- ✓ Hidróxido de Sodio 0.1 N.
- ✓ Hidróxido de Amonio concentrado.
- ✓ NH_4OH gravedad especifica 0.9
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado (95-98%).
- ✓ Sulfato de potasio p.a. K_2SO_4 .
- ✓ Solución de hidróxido de sodio NaOH al 50 % peso/peso.
- ✓ Solución de ac. Bórico 4 % como indicador.
- ✓ Alcohol amílico concentrado.
- ❖ **Medios de cultivo**
- ✓ Caldo lactosado concentrado doble.
- ✓ Caldo lactosado concentrado simple.
- ✓ Solución salina fisiológica.
- ✓ Agar Saboraud.
- ✓ Agar Mac Conkey.
- ✓ Azul de Metileno.
- ✓ Solución de lactosa.
- ✓ Agar verde brillante

2.2.1 Diseño experimental

El esquema experimental del trabajo de investigación se presenta en la siguiente figura

2.2.1.1 Características fisicoquímicas:

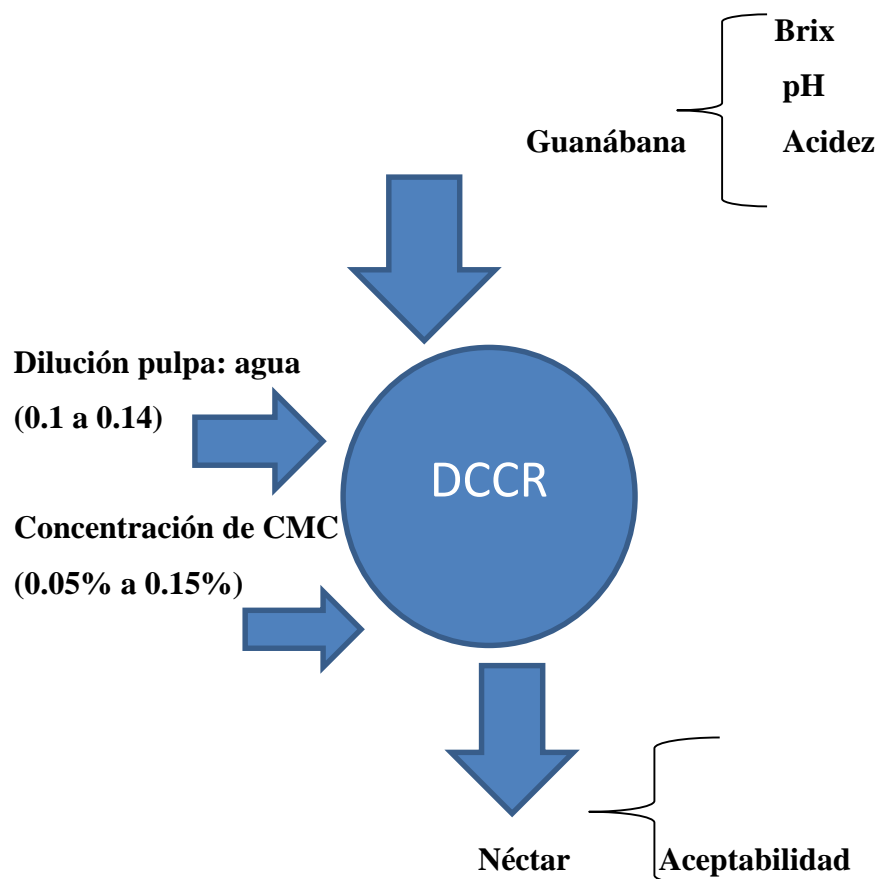


Figura 3. Esquema experimental para evaluar el efecto de la dilución pulpa: agua y concentración de CMC en la aceptabilidad general del néctar de guanábana.

Se elaboró un néctar con dilución de 0.1 a 0.14 (kg:lt) en una proporción de pulpa con respecto al agua y concentración de CMC (%) en un rango de 0.05% a 0.15 %, obteniéndose 12 tratamientos que fueron sometidos a una evaluación de aceptabilidad general aplicada a 30 panelistas no entrenados escogidos al azar, usando una escala no estructurada con una puntuación de 1 a 15, según Costell (2005) y otro análisis sensorial por atributos: olor, color, sabor.

2.3 Análisis y métodos

2.3.1 Análisis físicos de la guanábana:

La selección de la muestra de la materia prima a analizar se hizo a partir de un lote de 20 guanábanas donde se tomarán al azar 10 unidades de guanábanas para iniciar el proceso, sobre las cuales se tendrán en cuenta los siguientes análisis.

a) Longitud (cm).-Se determinó midiendo la longitud de cada uno de los frutos de guanábana, desde su base hasta su ápice para obtener un promedio expresado en centímetros.

b) Diámetro (cm).- Se determinó midiendo el diámetro de las guanábanas escogidas, para obtener un promedio expresado en centímetros.

c) Peso promedio de fruto (gr).- Se obtuvo pesando los frutos para obtener un promedio expresada en gramos

d) Relación pulpa /semilla.-Se determinó relacionando el peso de la pulpa con la semilla expresando la relación en porcentaje

e) Relación pulpa/cascara.- relacionando el peso de la pulpa con la cascara expresando la relación en porcentaje

f) Grado de madurez de la guanábana a utilizar.-Se determinó la acidez de la guanábana mediante titulación y los grados °Brix de una muestra de guanábana con el refractómetro y luego se utilizó la fórmula $I.M = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\% \text{ de acidez}}$, para obtener el índice de madurez de la guanábana (I.M).

2.3.2 Análisis físico-químico de materia prima

- **Determinación de sólidos solubles**

Haciendo uso del refractómetro manual, según el manual de análisis de alimentos, UNALM (2005).

- **Determinación Sólidos Totales**

Se determinó por diferencia, restando a 100% el valor obtenido en la determinación del contenido de humedad final de la muestra (expresado en porcentajes).

- **Determinación de Humedad**

Haciendo uso de la estufa, por diferencia de peso constante, según método gravimétrico de la A.O.A.C (2005).

- **Vitamina C**

Se utilizó el método recomendado por la A.O.A.C (1981); fundamentado en la reducción del colorante azul 2,6 – diclorofenol- indofenol.

- **Azúcares Reductores**

Se utilizó el método unificado de Bertrand (Fehling-morh Bertrand); en donde se emplean el sulfato de cobre y la solución alcalina de tartrato de sodio y potasio. También conocida como reactivos Ay B de Fehling.

- **Determinación de cenizas.**

Haciendo uso de mufla, según método de incineración directa en mufla de la A.O.A.C (2005).

- **Determinación de grasa.**

Haciendo uso del equipo soxhlet, según método de la A.O.A.C (2005).

- **Determinación de acidez.**

Haciendo usos de equipo de titulación, según método de la A.O.A.C (2005).

- **Proteína Total**

Se realizó empleando el método semi-micro Kjendal, recomendado por la A.O.A.C (2005); empleando el factor 6.25 para luego obtener el contenido de proteína total.

- **Determinación pH**

Se determinó por el método electrométrico mediante el potenciómetro de pH digital, calibrado con las soluciones buffer pH 4 y pH 7.

- **Fibra Cruda**

Se realizó mediante el método recomendado por la A.O.A.C. (2005), efectuándose las hidrólisis ácidas y alcalinas.

- **Carbohidratos.**

Empleando el método de la **A.O.A.C. (2005)**; el porcentaje de carbohidratos totales de una muestra se obtiene por diferencia; sumando los porcentajes de proteína total, grasa total, ceniza, fibra cruda y agua; y restando el resultado de 100.

2.3.3 Análisis del néctar de guanábana

- **Determinación Cenizas**

Se empleó una estufa, según el método A.O.A.C (2005).

- **Determinación de Acidez Total**

Haciendo usos de equipo de titulación, según método de la A.O.A.C (2005).

- **Determinación de Humedad**

Haciendo uso de la estufa, por diferencia de peso constante, según método gravimétrico de la A.O.A.C (2005).

- **Vitamina C**

Se utilizó el método recomendado por la A.O.A.C (2005); fundamentado en la reducción del colorante azul 2,6 – diclorofenol- indofenol.

- **Determinación de grasa.**

Haciendo uso del equipo soxhlet, según método de la A.O.A.C (2005).

- **Determinación de densidad**

Haciendo uso del picnómetro se realiza pesando este y llenándolo con la muestra y luego con agua, para medir volumen y peso, según el manual de análisis de alimentos, UNALM (2005).

- **Determinación de Sólidos solubles:**

Se determinó por refractometría.

- **Determinación de pH.**

Se determinó haciendo uso del pH-metro.

Fibra Cruda

Se realizó mediante el método recomendado por la A.O.A.C. (2005), efectuándose las hidrólisis ácidas y alcalinas.

- **Carbohidratos**

Empleando el método de la A.O.A.C. (2005); el porcentaje de carbohidratos totales de una muestra se obtiene por diferencia; sumando los porcentajes de proteína total, grasa total, ceniza, fibra cruda y agua; y restando el resultado de 100.

2.3.4. Análisis microbiológicos del néctar de guanábana

Se realizó los siguientes análisis microbiológicos a la muestra de néctar de guanábana:

➤ **Recuento total de gérmenes viables aeróbicos:**

Consiste en inocular en las placas petri con diferentes diluciones de la muestra e incubarlas a 37°C. Después de 48 horas de incubación se cuentan las colonias de las placas. El resultado se relaciona a 1 ml (o 1 gr) de la muestra original. Como medio de cultivo se emplea el agar o caldo nutritivo o en todo caso se puede emplear el medio Plate count Agar (PCA). La lectura se toma de la placa que presente entre 30 y 300 colonias, según Manual de ciencias biológicas (2016).

➤ **Recuento total de Microorganismos**

Se analizaron Aerobios Mesófilos, Mohos, Levaduras, Coliformes totales, de acuerdo a lo indicado en el Manual de ciencias biológicas (2016), para productos elaborados utilizando las técnicas para el análisis de cada uno de los tipos de microorganismos.

La cuenta de mohos y levaduras se hace para conocer el grado de contaminación del producto. Se utiliza el agar Saboraud como medio de cultivo. Las placas se inoculan boca abajo a 25°C durante 72 Horas.

Este análisis microbiológico toma los criterios de MINSA/DIGESA-V.01. NORMA SANITARIA (NS), ver Anexo 04.

2.3.5. Análisis sensorial

a) Prueba de aceptabilidad

Para la prueba de aceptación general se empleó una escala no estructurada de 15 cm de longitud en el cual solamente se cuenta con puntos extremos mínimo y máximo (anexo 1), donde los 30 panelistas no entrenados expresaron su apreciación con respecto a la aceptación general del producto marcando sobre la línea comprendida en ambos extremos. Este método tiene la ventaja de que no hay necesidad de describir las características de los valores intermedios de los atributos del producto, sino solamente establecer el mínimo y el máximo.

b) Prueba de atributos

Se realizó la evaluación sensorial al producto final del néctar, se llevó a cabo con 10 panelistas no entrenados, durante la evaluación sensorial los panelistas no entrenados recibieron las muestras con un formato a llenar (ver anexo 02 y 03) de acuerdo a su catación. Se evaluó basándose en las características sensoriales como; color, olor, sabor, con muestras codificadas, entregadas al azar, utilizando una escala hedónica de 5 puntos lo cual se muestra en el cuadro N°2.

Cuadro N° 2. Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos de color, olor, sabor.

Puntaje	Escala de medición
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Luego de obtener los datos y el resultado del análisis sensorial se utilizó el software Software MICROSOFT EXEL 2013 (análisis de datos).ver anexo 01 y 02.

2.3.6 Análisis Estadístico

2.3.6.1 Diseño estadístico

Teniendo como base la dilución mostrado en el cuadro N° 3, pulpa: agua, (kg:lt) y concentración de CMC (%), el cual nos permitió referenciar el planteamiento factorial completo,

Cuadro N° 3: Tratamientos a evaluar

Tratamiento	Dilución (X1) Pulpa : agua (Kg:lt)	Concentración (X2) CMC %
A	0.140	0.15
B	0.120	0.1
C	0.100	0.05

Para optimizar la aceptación, se realizó un diseño experimental utilizando la metodología de superficie de respuesta (MSR) con un diseño completo central rotacional (DCCR), con un planteamiento factorial completo de 2^k (2^2) incluido 4 puntos axiales y 4 repeticiones localizando 12 ensayos.

K, representa el número de variables independientes (K=2) dilución y concentración de CMC. Se utilizó el valor de α de 1.4142 (Rodríguez y Iemma, 2005), de acuerdo a: $\alpha = (2^K)^{1/4}$. En el cuadro N°4, se muestran los valores que se utilizarán en el experimento principal.

Cuadro N° 4 Nivel mínimo, central y máximo a escala natural para el DCCR

	-1.41	-1	0	+1	1.41
X1	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
X2	0,05	0,075	0,1	0,125	0,15

X1= Dilución (Pulpa/agua), X2= Concentración (%CMC).

Con los valores del cuadro N° 4 se elaboró la matriz (cuadro N° 5) en donde las variables respuesta es aceptabilidad.

Cuadro N° 5. Planteamiento de cada uno de los ensayos a realizarse

Ensayos	X₁(dilución)		X₂(CMC)		Y₁
	Código	Real	Código	Real	aceptabilidad
1	-1	0.110	-1	0,075	Y1,1
2	1	0.130	-1	0,075	Y1,2
3	-1	0.110	1	0,125	Y1,3
4	1	0.130	1	0,125	Y1,4
5	-1,41	0.100	0	0,1	Y1,5
6	1,41	0.140	0	0,1	Y1,6
7	0	0.120	-1,41	0,05	Y1,7
8	0	0.120	1,41	0,15	Y1,8
9	0	0.120	0	0,1	Y1,9
10	0	0.120	0	0,1	Y1,10
11	0	0.120	0	0,1	Y1,11
12	0	0.120	0	0,1	Y1,12

Las respuestas obtenidas del DCCR fueron analizadas a través del programa STATISTICA 7.0 para ver los efectos de cada variable en las respuestas, se analizara el valor $-p$, los valores de los puntos axiales (-1,41 y 1,41) y el punto central determinados por las superficies en las que se muestra los valores de trabajo (cuadro N° 3), los valores de -1 y +1 fueron determinados por interpolación, los componentes centrales (ensayos de 9 a 12), se repiten con el propósito de evaluar la bondad del modelo estadístico.

-Se determinará los coeficientes de regresión, donde se determinara la significancia de los parámetros lo que permitirá determinar el modelo matemático.

-Luego se realizó un ANOVA para las respuestas Y_1 , verificando si las variables son significativas $p < 0,05$ o no ($p > 0,05$), estos valores indican la concordancia entre los valores experimentales y previstos para el modelo.

-Para obtener valores de interés práctico del proceso, se construirá superficies de respuesta ($Y=f(X_1, X_2)$) y curvas de contorno (utilizando STATISTICA 7) con la finalidad de evaluar el efecto de la dilución y concentración del CMC con respecto a la aceptabilidad.

-Se analizó los resultados generados por las superficies de respuesta con las curvas de contorno para de esta manera visualizar los valores óptimos, superponiendo las gráficas.

2.4 Elaboración Del Néctar de Guanábana

➤ Materia Prima:

Se trabajó con guanábanas frescas, estas debían estar en su estado de madurez aceptable para ser procesados. Esta fruta fue comprada en el Mercado Central de Piura, para la realización de los ensayos preliminares.

En primer lugar se evaluaron las características físicas del fruto utilizado (tamaño, peso, forma, etc.) para asegurar una calidad homogénea de producto final.

Con el fin de saber si los frutos se encontraban con la madurez optima, se procedió a realizar análisis físico-químicos a la fruta, como son: contenido de sólidos solubles, acidez, el índice de madurez del fruto, y su contenido de pulpa en la fruta, tomándose como referencia los sólidos solubles y la acidez debido a que guardan cierta relación con la madurez de las frutas.

➤ Selección

Se realizó teniendo la fruta sobre una mesa de selección de acero inoxidable. Los frutos se seleccionaron de acuerdo a su estado de madurez óptimo descartándose los frutos verdes, con daños mecánicos o con algún grado de deterioro (especialmente por hongos) y aquellos que fueron atacados por insectos u otro agente dañino.

➤ Pesado de los frutos

Luego de que los frutos ya estén seleccionados se procedió a pesarlos

➤ Lavado

Se realizó con finalidad de éste último lavado eliminar el polvo, la suciedad, impurezas y algunos microorganismos que acompañan la superficie de la fruta.

Se utilizó una tina de acero inoxidable fue por inmersión con hipoclorito de sodio (lejía comercial) al 5.25% por 10 minutos, para desinfectar la superficie de la fruta.

Luego se enjuagó bien la fruta, para quitarle los restos de desinfectante y partículas que hayan quedado del lavado anterior.

➤ Pelado

Aquí se procede a pelar los frutos, con la finalidad de obtener solo la pulpa, además de facilitar las etapas siguientes extracción y refinado. Es de tener en cuenta que esta operación se realizó de forma rápida a fin de evitar el oscurecimiento del fruto por oxidación enzimática, y a la vez de evitar una contaminación microbiana y pérdida de aroma, color y sabor. Esta operación unitaria se realizó de forma manual, empleando cuchillos de acero inoxidable, al no haber disponible una máquina trozadora o cortadora.

➤ **Pulpeado**

Para los ensayos definitivos, se contó con una máquina pulpeadora, se realiza para reducir el tamaño de la fruta.

➤ **Pesado de la pulpa**

Después de haber obtenido la pulpa esta se pesa para luego realizar la estandarización de los ingredientes necesarios para la elaboración del néctar.

Refinado

La fruta pulpeada fue pasada por medio de un tamiz con mallas de aberturas muy finas o una refinadora, con la finalidad de separar de la pulpa, todos los restos de fibra y partículas gruesas, obteniéndose de esta manera la pulpa refinada.

En esta operación se obtiene la pulpa de guanábana refinada, la cual va a ser utilizada para realizar las diversas pruebas, y la elaboración definitiva del néctar.

➤ **Estandarizado**

Obtenida la pulpa, se pesó y se realizó las formulaciones del néctar con las siguientes características: dilución (0.1 a 0.14), Brix (14), pH 3.5, estabilizante CMC (0.05 a 0.15% del peso del néctar), preservante (sorbato de potasio, 0.05% del peso del néctar por cada tratamiento), ácido cítrico 0.05%.

➤ **Pasteurización**

Esta operación se realizó luego de homogenizar todos los insumos, con la finalidad de destruir a las células viables de microorganismos que pudiesen causar contaminación y/ o deterioro del producto a obtener; así mismo es en esta etapa se le adiciona el conservante, con la finalidad de alargar la vida útil del producto en anaquel. El pasteurizado se realizó a 85°C, por un periodo de tiempo de 10 minutos

➤ **Envasado y sellado**

Se realizó llenando totalmente el envase con el producto en caliente a 85 °C, llenando el envase hasta que rebote, cerrándolo y sellándolo de inmediato a fin de asegurar que

no haya presencia de espuma ni de oxígeno que pueda favorecer reacciones oxidativas o microbianas que puedan deteriorar al néctar.

➤ **Enfriado**

Luego de ser envasados los frascos, se enfrió rápidamente (con agua en corriente), para dar el shock térmico y para reducir las pérdidas de aroma, sabor y consistencia.

➤ **Etiquetado**

Cuando los frascos están fríos se coloca la etiqueta la cual debe llevar nombre del producto, fecha de elaboración y vencimiento del mismo.

➤ **Almacenado**

Esta etapa constituyó la última en el procesamiento y elaboración del néctar manteniéndose las diversas muestras a temperatura ambiente, en un lugar limpio y seco, además de tener suficiente ventilación; hasta que las muestras fueron usadas para ser evaluadas por el panel entrenado de laboratorio. Ver figura N° 02 y anexo 07.

2.4.1 Flujo y diseño de las muestras

Con el fin de encontrar la influencia de la dilución pulpa/agua y la concentración de CMC (%), en la aceptabilidad general en la elaboración de néctar de guanábana se utilizó la metodología de superficie de respuesta, con un planteamiento factorial completo 2^k , incluido 4 puntos axiales y un número arbitrario de puntos centrales (4), dando un total de 12 ensayos, ver cuadro N° 3 y 4.

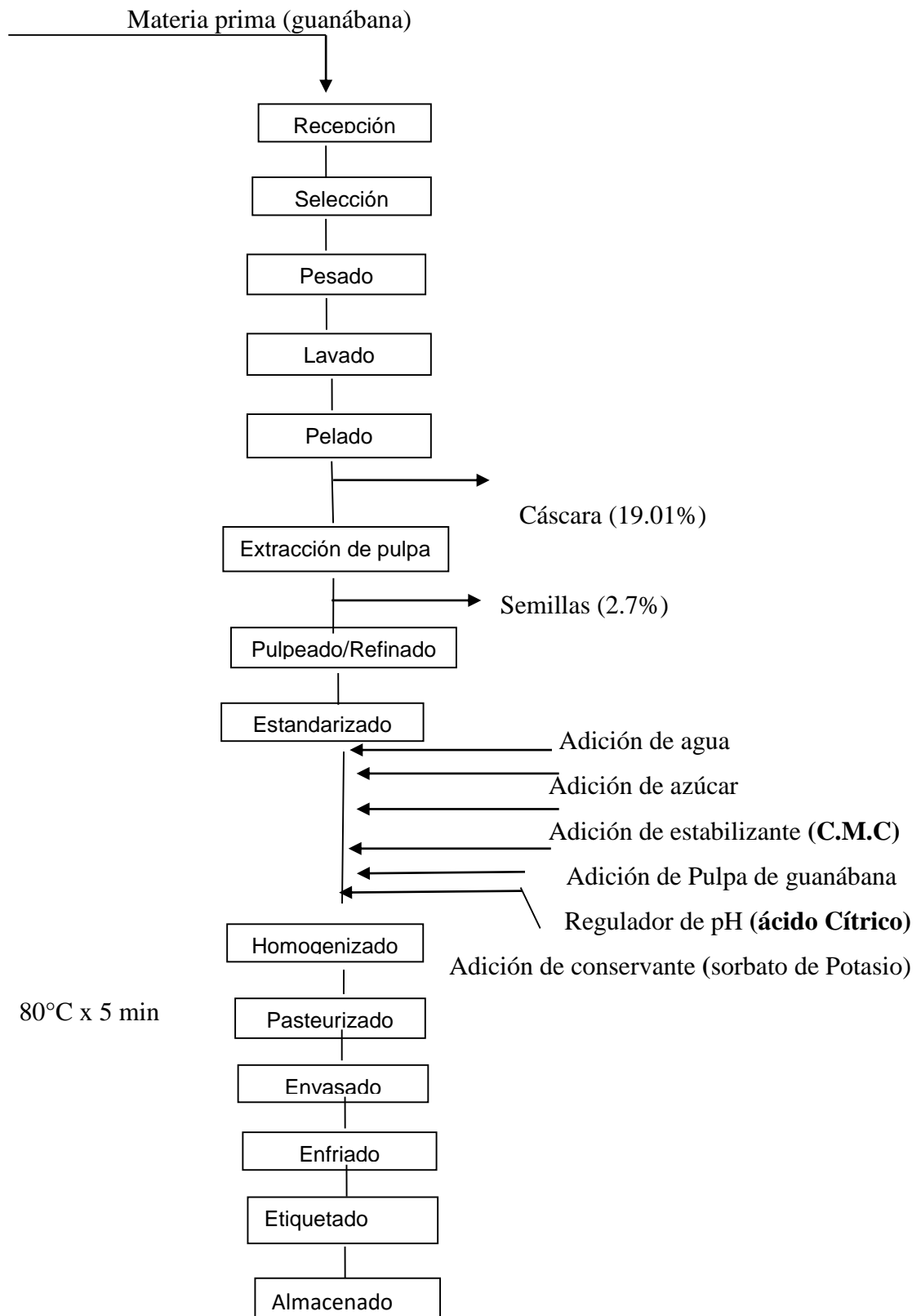


Figura N°04. Proceso para obtener néctar de guanábana.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de la guanábana

Para poder obtener pulpa y néctares de una óptima calidad, es necesario e imprescindible evaluar la madurez de la fruta, en este caso de la guanábana, para lo cual se realizaron las evaluaciones necesarias para determinar el grado de madurez de la fruta, así como poder calificar el rendimiento en peso de pulpa cruda sin refinar.

3.1.1 Análisis físico de la materia prima:

Según la ficha técnica de pulpa de guanábana congelada (2014), indica que la materia prima (frutas) es inspeccionada por control de calidad para su aceptación o rechazo, se aceptan los frutos en su estado de madurez óptimo, sanos, de aspecto fresco y consistencia firme, libres de ataques de insectos y enfermedades que demeriten la calidad interna del fruto, libres de humedad externa anormal y de cualquier olor y/o sabor extraño. Luego pasan a Producción para la limpieza y desinfección de los frutos. El incumplimiento de uno de los aspectos anteriores puede ser causal de devolución de la materia prima.

Según la ficha técnica de pulpa de guanábana natural Sensei SAS.(2013), indica que la pulpa de guanábana natural es un producto 100% natural, pastoso, no diluido, no fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado en malla 1.0 mm de la fracción comestible de la fruta de Guanábana fresca, sana madura y limpia. Homogenizada, desaireada, pasteurizada, o ultrapasterizada, empacada y almacenada

Según su condición para su conservación. Clasificado como no GMO (Organismo Genéticamente Modificados), Este producto no contiene aditivos, a excepción del ácido ascórbico como antioxidante.

El siguiente cuadro N° 5 muestra los resultados del análisis físico determinado en el laboratorio, sobre las muestras de guanábana analizadas los promedios tuvieron una longitud promedio de 16-21 cm , con un diámetro de 32-37 cm y un peso de fruto de 276 a 900 gr. El rendimiento en materia prima relación pulpa: cáscara fue de 76%. Para agroecostasaj (2017), la guanábana es un fruto que pesa en promedio 2.9 Kg de, los cuales 75.6% corresponden a la pulpa, el 4.8% es semilla; el 12.7% corresponde a la cáscara y el 6.9 al raquis; sus frutos son dulces 17.2 grados Brix y posee en promedio 171 semillas por fruto, mientras que nosotros obtuvimos 743.31g de peso

entero de la guanábana, en semillas se obtuvo 3,29%, en la cáscara 18,83 %, el porcentaje de pulpa solo corresponde al 76.98 % demostrando las diferentes variedades que existen en la naturaleza.

Según Benítez (2013), indica una densidad de la pulpa de guanábana de 1072 mucho mayor que la obtenida de 1040, siendo más concentrado en sólidos en 0.032 gramos; esto se puede deber al tipo de manejo agrícola y tipo de suelo.

Cuadro N° 6. Características físicas de la materia prima

Características Físicas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Longitud(cm)	21.00	18.00	20.00	20.00	20.00	18.00	16.00	18.00	20.00	20.00	19.05
Diámetro(cm)	40.00	37.00	32.00	37.00	35.00	37.00	33.00	30.00	33.00	36.00	35.01
Peso(gr)	884.10	740.50	830.20	850.80	790.30	888.90	675.40	276.50	596.40	900.00	743.30
Peso pulpa (gr)	690.80	595.00	593.40	652.20	685.70	689.50	509.50	173.20	495.50	699.60	578.42
Peso cáscara(gr)	169.10	125.00	205.30	172.20	94.10	169.20	150.50	74.80	76.20	167.60	140.40
Peso semilla (gr)	24.20	20.50	31.50	26.40	10.50	30.20	15.40	28.50	24.70	32.80	24.46
Porcentaje de pulpa (%)	78.14	80.35	71.48	76.66	86.76	77.56	75.44	62.64	83.08	77.73	76.98
Relación pulpa/cáscara	4.08	4.76	2.89	3.78	7.30	4.10	3.40	2.31	6.50	4.17	4.33
Relación pulpa/semilla	28.50	29.02	18.80	24.70	65.30	22.80	33.08	6.07	20.06	21.32	26.96
Densidad de pulpa (g/cc)	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04

3.1.2 Análisis fisicoquímico de la materia prima

En el cuadro N° 7, se muestra el análisis químico de la fruta de guanábana, cuya humedad fue de 82.46 % y en materia seca 17.54 % en base a 100 gr de producto. Según Alvarado menciona a Arroyabe (1999) que la pulpa de guanábana tienen como parámetros físicos el pH 3.6 a 3.9, °brix de 13 a 15, 0.8 y 1% de acidez, siendo cercano el pH de 3.76 y el °brix de 14.9, indicado en el cuadro N° 7, estas variaciones se deben posiblemente al estado de madurez con la guanábana con que se inicia el proceso.

Según la ficha técnica de pulpa congelada de Colombia (2014), la pulpa de guanábana es un producto natural, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, sin conservantes, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de la guanábana madura, sana y limpia, sin preservantes, naturalmente libre de grasa y colesterol, bajo en sodio, en 100% de pulpa de fruta.

Cuadro N° 7 Análisis Físico Químico de la Guanábana

ANÁLISIS	CONTENIDO
Kcal	65,07
.Humedad	82.46%
.Materia Seca	17,54%
.Carbohidratos	15.80%
.Azúcares Reductores	0.394%
.Proteínas	0.175%
.Grasa	0.13%
.Cenizas	0.46%
.Sólidos Totales	17.52%
.Sólidos Solubles	14.9° Brix
.Sólidos Insolubles	2.62%
.Fibra	0.96%
.Vitamina C(Ácido Ascórbico)	19.00mg/100g
.Índice De Madurez	16.37
.pH	3.76
Acidez Titulable (exp. ácido cítrico)	0.91%

Del mismo cuadro N° 7, para la fruta guanábana, se observa 14.9 °brix, mucho menor a lo que reporta Agroecostasaj (2017) con 17.2 °brix, respecto a las calorías, se obtuvo 61.07 Kcal, mientras que Vit, Santiago y Pérez (2014), obtuvieron 63 Kcal, siendo muy aproximada sus calorías. Según la ficha técnica de pulpa congelada de Colombia (2014), indica que los sólidos solubles expresados como °brix: 13.0-17.0, pH: 3.00-4.00, acidez expresada como % de ácido cítrico: 0.50-1.00, son valores de exportación de la pulpa de guanábana.

Vit, Santiago y Pérez (2014), mencionan que la Tabla de Composición de Alimentos (INN, 2001) reportan los siguientes valores nutritivos para 100g de la parte comestible de la guanábana: 63 calorías; 83,1g agua; 1,0g proteína; 0,4g grasa; 14,9g carbohidratos totales; 0,6g cenizas, casi similar en algunos componentes a los del cuadro N° 7, esto se puede deber a las diferentes variedades guanábana y tipos de suelo en que se cultivan.

Cuadro N° 8 Formulación del Néctar de Guanábana

Especificaciones del Producto final: <ul style="list-style-type: none"> • Sólidos Solubles : 14.86° Brix • pH : 3.55 • Dilución Pulpa:Agua/Concentracion(CMC) : 0.145 / 0.8 	
MATERIA PRIMA Y/O INSUMOS	CANTIDAD
- Pulpa de guanabana	0.145 Kg
- Agua	1 Lt
- Azúcar	150 gr
- Acido Cítrico	0.73gr
- CMC	1.16gr
- Conservante	0,73gr

En el cuadro N° 8, se muestra que por cada 1.145 kg de néctar de guanábana, se utilizó 1.16 g de carboxil metil celulosa, con 0.73 gr de ácido cítrico y sorbato de potasio como conservante. López (2015), obtuvo 0.39 g de ácido cítrico en néctar de guayaba,

Cuadro N° 9: Análisis Físico Químicos del Néctar de Guanabana luego de 60 días

Humedad (%)	85.08
Sólidos Totales (%)	14.91
Sólidos Solubles (°Brix)	14.85
pH	3.55
Vitamina C (mg de ac. Ascórbico / 100 g. de néctar)	0.15
Azúcares Reductores (g. de glucosa/ 100 g. de néctar)	4.91
Acidez Titulable (g. de ac. Cítrico /100 g. de néctar)	0.21
Densidad (g/cc)	1.0544
Cenizas(%)	0.15

Del cuadro N°9, se puede observar que de 15 mg de vitamina C como fruta fresca, disminuye a 0.15 mg de vitamina C (anexo 08), esto se puede deber a la dilucion con agua, a la pasteurizacion y a la exposiciòn del nèctar en los 60 días de almacenamiento C, Cheftel (1992), menciona que la vitamina C es termolabil, a la presecencia de oxigeno y a la temperatura..

Cuadro N° 10. Análisis Microbiológico del Néctar de guanábana a 60 días

ANALISIS MICROBIOLOGICO	UFC /ml.
Mohos	<1
Levaduras	<1
Aerobios mesófilos	<10
Coliformes totales	<1

Según la ficha técnica de pulpa de guanábana congelada, 2014, indica que el Recuento de Mesófilos aerobios UFC/g o ml :<3000, Recuento de Coliformes totales UFC/g o ml: <10, Recuento de Coliformes fecales UFC/g o ml: <10, Recuento de esporas de Clostridium sulfito reductor UFC/g o ml: <10, Recuento de Mohos y Levaduras UFC/g o ml: <200. También, la misma ficha técnica, indica que dentro de

los alérgenos de esta pulpa puede contener trazas de sulfitos, provenientes de las labores agrícolas para la producción del fruto. Por otro lado todos los microorganismos mostrados en el cuadro N° 10, del néctar de guanábana están por debajo de la NTP 203.110 (2009), por lo que microbiológicamente está dentro del nivel aceptable, ver anexo 04.

3.1.3. Evaluación del análisis sensorial

a) Resultados de aceptabilidad

En el cuadro N° 11 se muestra los 12 tratamientos de estudio con los tratamientos de la dilución pulpa/agua y la concentración de la CMC (%) y sus resultados del efecto en la aceptabilidad de las muestras.

Cuadro N° 11. Evaluación de la aceptabilidad general de las muestras

Ensayos	Dilución	Concentración%	Aceptabilidad
1	0.110	0.075	4.28
2	0.130	0.075	4.4567
3	0.110	0.125	5.3733
4	0.130	0.125	5.6467
5	0.100	0.1	4.0367
6	0.140	0.1	3.6333
7	0.120	0.05	5.6933
8	0.120	0.15	3.0733
9	0.120	0.1	8.7533
10	0.120	0.1	8.2833
11	0.120	0.1	8.2267
12	0.120	0.1	8.9067

El cuadro N° 11, muestra la variabilidad de las respuesta de los 30 jueces que participan en el análisis sensorial respecto al promedio.

En el cuadro N° 12, del anexo 05, se puede observar el análisis de cuanto se alejan los valores del promedio dado por los jueces y los valores del promedio dado por las

muestras. Del mismo cuadro N° 12 se muestra los factores jueces que son 30 y las Muestras que son 12, donde se analiza sus varianzas por cada factor.

En el cuadro N° 12, se muestra la estadística descriptiva de los resultados de las 12 muestras evaluadas por los jueces mostrando la confiabilidad de los resultados, evaluando la media, el rango, la desviación estándar, la moda, la mediana. En el mismo cuadro N°12, se observan los promedios de la aceptabilidad de cada muestra, dada por los jueces, valores que irán al cuadro de la matriz del cuadro N° 14, diseño Compuesto Central Rotacional, ver anexo 05.

Cuadro 13. Estadística descriptiva de los resultados de las muestras

RUBRO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Media	4.28	4.4567	5.3733	5.6467	4.0367	3.6333	5.6933	3.0733	8.7533	8.2833	8.2267	8.9067
Error típico	0.314	0.239	0.426	0.323	0.387	0.269	0.348	0.199	0.6	0.401	0.31	0.575
Mediana	4.2	4.65	5.3	5.55	4.05	3.7	5.5	3	9.2	8.15	8	8.95
Moda	4.6	5.2	5.3	4	2	1.5	3.6	3	9.6	9	7.6	#N/A
Desviación estándar	1.72	1.306	2.336	1.77	2.12	1.472	1.906	1.09	3.284	2.198	1.698	3.15
Varianza de la muestra	2.958	1.707	5.456	3.133	4.496	2.166	3.632	1.188	10.79	4.83	2.883	9.925
Curtosis	1.332	1.64	-0.66	0.327	1.804	-0.775	-0.834	-0.552	-0.474	-0.419	0.115	-0.563
Coefficiente de asimetría	0.686	-0.835	0.342	0.577	1.14	0.177	0.575	0.164	-0.269	0.187	0.47	-0.07
Rango	8	6.3	8.9	7.4	9	5.5	6.2	3.8	11.9	8.5	7.1	12.5
Mínimo	1	1	1.4	2.6	1	1.4	3.2	1.2	2.6	3.8	5.1	2.4
Máximo	9	7.3	10.3	10	10	6.9	9.4	5	14.5	12.3	12.2	14.9
Suma	128.4	133.7	161.2	169.4	121.1	109	170.8	92.2	262.6	248.5	246.8	267.2
Cuenta	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Nivel de confianza (95.0%)	0.642	0.488	0.872	0.661	0.792	0.55	0.712	0.407	1.226	0.821	0.634	1.176

Benito (2013), indica que la estadística descriptiva, sirve para recoger, organizar, resumir, representar, analizar, generalizar y predecir resultados de las observaciones de fenómenos aleatorios, como son los resultados de los jueces en el análisis sensorial del néctar de guanábana, tal como se muestra en el cuadro N° 13.

Cuadro N° 14: Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Jueces	160,8058056	29	5,545027778	1,281008885	0,156664374	1,503168296
Muestras	1498,530972	11	136,2300884	31,4717907	1,1394E-44	1,818727563
Error	1380,836528	319	4,328641153			
Total	3040,173306	359				

El análisis de la varianza del cuadro N° 14, nos indica que no existen diferencias significativas entre los jueces que evaluaron las muestras por presentar un p mayor a 0.05, esto nos da entender que los resultados como puntajes otorgados a las muestras por los jueces son homogéneos.

Por otro lado, existen diferencias significativas entre las muestras por presentar un valor p menor que 0.05, lo que nos quiere decir que por lo menos existe un par de las muestras que son diferentes en aceptabilidad general. Con el fin de observar el efecto de aceptabilidad de forma más específica, se realizó el análisis de superficie de respuesta.

b) Resultados de atributos

Del cuadro N° 15 se puede ver que no existen diferencias significativas entre las muestras, cualquiera de ellas ante los jueces son indiferentes, respecto al color.

Cuadro N° 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COLOR						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Jueces	2.54166667	9	0.28240741	1.26175254	0.26733223	1.97580607
Muestras	10.0916667	11	0.91742424	4.09890936	5.7877E-05	1.8866836
Error	22.1583333	99	0.22382155			

Del cuadro N° 16 se puede ver que no existen diferencias significativas entre las muestras, cualquiera de ellas ante los jueces son indiferentes respecto al olor.

Cuadro N° 16. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL OLOR						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Jueces	2.54166667	9	0.28240741	1.26175254	0.26733223	1.97580607
Muestras	10.0916667	11	0.91742424	4.09890936	5.7877E-05	1.8866836
Error	22.1583333	99	0.22382155			
Total	34.7916667	119				

Del cuadro N° 17 se puede ver que no existen diferencias significativas entre las muestras, cualquiera de ellas ante los jueces son indiferentes respecto al sabor.

Cuadro N° 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL SABOR						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Jueces	2.5	9	0.27777778	0.91362126	0.51672839	1.97580607
Muestras	8.06666667	11	0.73333333	2.41196013	0.01063036	1.8866836
Error	30.1	99	0.3040404			
Total	40.6666667	119				

3.1.4 Matriz diseño compuesto central rotacional

En el cuadro N° 18, se muestra los resultados obtenidos en la aceptabilidad y las variables de dilución y concentración.

Cuadro N° 18. Diseño Compuesto Central Rotacional

Ensayos	X₁(dilución)		X₂(Concentración)		Y1
	Código	Real	Código	Real	Aceptabilidad
1	-1	0.110	-1	0,075	4,28
2	1	0.130	-1	0,075	4,46
3	-1	0.110	1	0,125	5,37
4	1	0.130	1	0,125	5,65
5	-1,41	0.100	0	0,1	4,04
6	1,41	0.140	0	0,1	3,63
7	0	0.120	-1,41	0,05	5,69
8	0	0.120	1,41	0,15	3,07
9	0	0.120	0	0,1	8,75
10	0	0.120	0	0,1	8,28
11	0	0.120	0	0,1	8,23
12	0	0.120	0	0,1	8,91

En el cuadro N° 18, se puede observar la matriz del diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR), donde relaciona las dos variables independientes (dilución y concentración), en estudio, con la variable dependiente (aceptabilidad).

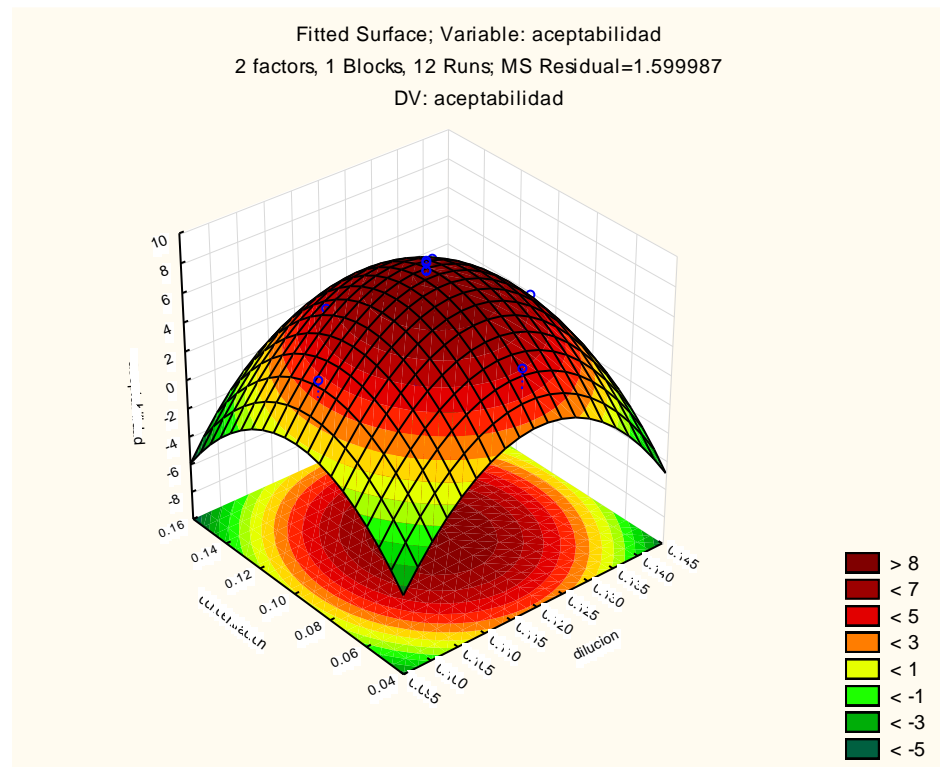


Figura 5. Aceptabilidad y la dilución pulpa: agua con la concentración de CMC.

La figura 5, nos indica que los puntos experimentales con tendencia cuadrática se encuentran con cercanía al punto medio esto quiere decir que a dilución pulpa – agua cercana a 0.12 y CMC cercano a 0.1 se encuentra el punto óptimo de aceptabilidad, hay que indicar que dicha superficie está siendo construida tomando en cuenta todos los coeficientes significativos del modelo, ya que así se obtiene un valor de R^2 de más del 80% (80.78%), Castillo (2012), en el efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de membrillo (*Cydonia oblonga* L.). su superficie estuvo elaborada tomando en cuenta todos los coeficientes no significativos del modelo, con un valor R^2 de 86,7%, esta diferencia de ajuste probablemente se pueda deber a los diferentes valores de la variable dependiente en estudio.

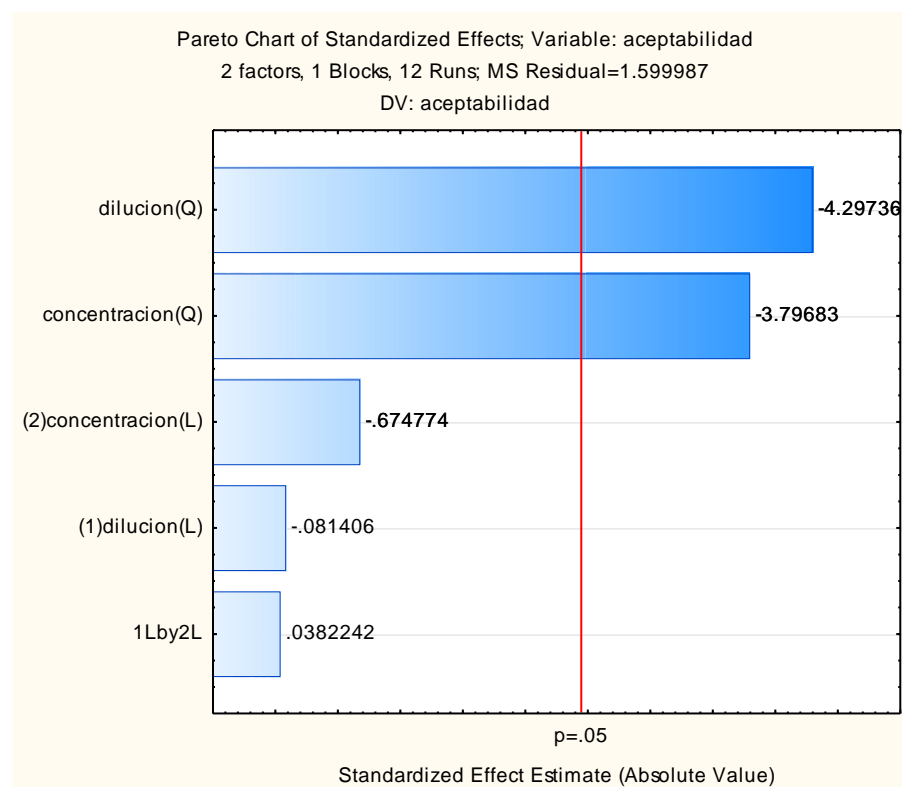


Figura 6. Diagrama de Pareto con las variables independientes.

En la figura 6, se observa que la dilución pulpa-agua y la concentración CMC, de tendencia cuadrática, con respecto al efecto (t) para el análisis de MSR es mayor que el $p=0.05$ estadístico, indicando que son significativos los resultados o valores de dichas variables.

Cuadro 19. Efectos estimados de la aceptabilidad

Effect Estimates; Var.: aceptabilidad; R-sq=.80781; Adj:.64766 (Spreadsheet207)										
2 factors, 1 Blocks, 12 Runs; MS Residual=1.599987										
DV: aceptabilidad										
Factor	Effect	Std.Err.	t(6)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	8.08028	0.577348	13.99552	0.000008	6.66756	9.49300	8.08028	0.577348	6.66756	9.493003
(1)dilucion(L)	-0.05945	0.730294	-0.08141	0.937767	-1.84641	1.72751	-0.02972	0.365147	-0.92321	0.863757
dilucion(Q)	-2.35375	0.547720	-4.29736	0.005108	-3.69397	-1.01353	-1.17687	0.273860	-1.84699	-0.506763
(2)concentracion(L)	-0.49278	0.730294	-0.67477	0.524953	-2.27975	1.29418	-0.24639	0.365147	-1.13987	0.647091
concentracion(Q)	-2.07960	0.547720	-3.79683	0.009001	-3.41982	-0.73938	-1.03980	0.273860	-1.70991	-0.369688
1L by 2L	0.04835	1.264906	0.03822	0.970749	-3.04676	3.14346	0.02417	0.632453	-1.52338	1.571732

Del cuadro N° 19, se puede apreciar que para dilución pulpa – agua y CMC de tendencia cuadrática muestra diferencias significativas por presentar un valor p menor a 0,05. Esto indica que se ven afectados, más bien no son homogéneos los resultados de las diluciones (Q) y la concentración de CMC (Q).

La ecuación que proporciona la MSR es:

$$Y = 8,08028 - 0,02972x_1 - 1,17687x_1^2 - 0,24639x_2 - 1,03980x_2^2 + 0,02417x_1x_2 + \varepsilon$$

En la ecuación se puede ver, Y es la aceptabilidad, X_1 y X_2 son la dilución y la concentración respectivamente, que hay interacción entre la dilución y la concentración que afectan a la aceptabilidad, es decir la aceptabilidad de los jueces depende de la dilución y la concentración en el néctar de guanábana.

Cuadro 20. Análisis de varianza entre las variables de estudio

ANOVA; Var.: aceptabilidad; R-sqr= .80781; Adj.: 64766 2 factors, 1 Blocks, 12 Runs; MS Residual=1.599987 DV: aceptabilidad					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)dilucion(L)	0.01060	1	0.01060	0.00663	0.937767
dilucion(Q)	29.54741	1	29.54741	18.46728	0.005108
(2)concentracion(L)	0.72851	1	0.72851	0.45532	0.524953
concentracion(Q)	23.06526	1	23.06526	14.41590	0.009001
1L by 2L	0.00234	1	0.00234	0.00146	0.970749
Error	9.59992	6	1.59999		
Total SS	49.95119	11			

El cuadro 20, nos indica que en la dilución pulpa: agua y la concentración CMC, y sus interacciones, no existen diferencias significativas entre las variables independientes que se evaluaron, por presentar un p mayor a 0.05, esto nos da entender que los resultados son homogéneos. Por otro lado, existen diferencias significativas entre la dilución pulpa: agua de tendencia cuadrática y la concentración de CMC de tendencia cuadrática, por presentar un valor p menor que 0.05, lo que nos quiere decir que por lo menos existe un par de las muestras que son diferentes entre ellas. Casillo (2012), indica que la dilución pulpa:agua si tiene efecto sobre la viscosidad y aceptación

general y la concentración de carboximetilcelulosa sódica no tiene efecto en ninguno de las variables estudiadas, en el néctar de membrillo.

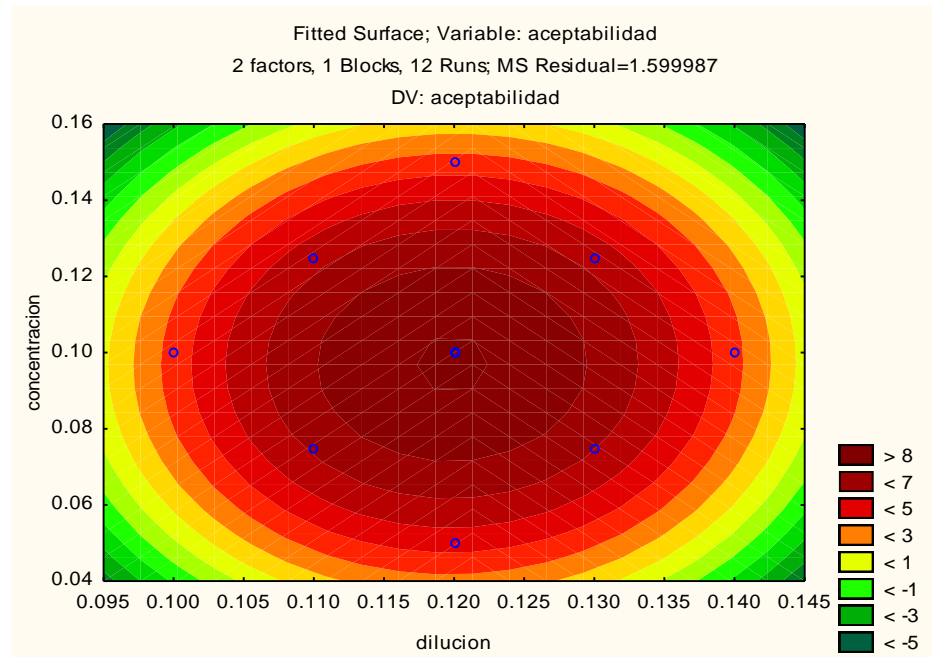


Figura 7. Zona óptima entre la concentración, dilución en relación a la aceptabilidad

En la figura 7, se puede observar las zonas óptimas con tendencia al color rojo, estando la zona óptima al centro de la figura, que según leyenda esta >8 y <7 , en la que nos indica que los puntos experimentales se encuentran con tendencia al punto medio, dilución pulpa – agua cercana a 0.12 y CMC cercano a 0.1

Del cuadro N° 21 se observa la optimización de la respuesta, se muestra la combinación de los niveles de los factores X_1 (Dilución) y X_2 (Concentración), la cual maximiza Y (Aceptabilidad), sobre la región indicada.

Cuadro N° 21. Valores óptimos que maximizan Y (nivel de aceptación)

Critical values; Variable: Aceptabilidad (Spreadsheet14) Solution: saddle point Predicted value at solution: 8.095105

	Observed - Minimum	Critical - Values	Observed – Maximum
Dilución	0.100000	0.119862	0.140000
Concentración	0.050000	0.097034	0.150000

Del mismo cuadro N° 21, se observa el resultado de un máximo en la superficie de respuesta, donde los valores de dilución pulpa: agua y concentración de CMC, alcanza el máximo en 0.119862 y 0.097034, respectivamente con los cuales se obtuvieron un

nivel de aceptación de 8.095105. Para Castillo (2012) menciona que mayor sea la disolución pulpa agua, en el néctar de membrillo, mayor será la aceptabilidad general, Según Castillo (2012), obtuvo valores de dilución pulpa:agua más adecuadas para obtener un néctar de membrillo de mayor aceptación general entre 0.35 y 0.50.

CONCLUSIONES

- La interacción que guardan relación entre los parámetros es lineal y cuadrática, donde la dilución pulpa-agua, concentración CMC y sus interacciones, de tendencia lineal no muestran diferencias significativas por presentar un valor p mayor a 0,05. Esto indica que no se ven afectados más bien son homogéneos los resultados de las diluciones y la concentración de CMC.
- El modelo matemático que rige la optimización, según la metodología de superficie de respuesta, donde las variables independientes y dependientes proporcionaron una ecuación cuadrática, es:

$$Y = 8,08028 - 0,02972x_1 - 1,17687x_1^2 - 0,24639x_2 - 1,03980x_2^2 + 0,02417x_1x_2 + \varepsilon$$

- El rango de valores que optimizan el modelo y establecerlos como parámetro para su producción, en la elaboración del néctar de guanábana son.

Para la dilución Pulpa: agua: Valor: mínimo: 0.10 y máximo 0.14

Para la concentración de CMC: Valor: mínimo: 0.05 y máximo: 0.15

Valores óptimos: Dilución 0.119, concentración: 0.097, para una aceptabilidad de 8.095105.

- Los atributos del olor, color y sabor del néctar de guanábana, no muestran diferencias significativas respecto al análisis de los jueces.
- La dilución pulpa: agua está en función a la aceptabilidad, según la metodología de superficie de respuesta (MSR).
- La dilución pulpa – agua y CMC de tendencia cuadrática muestra diferencias significativas por presentar un valor p menor a 0,05. Esto indica que se ven afectados, más bien no son homogéneos los resultados de las diluciones (Q) y la concentración de CMC (Q).
- El néctar de guanábana al menos 60 días se conservó, sin variar su composición química.

RECOMENDACIONES

- Se debería realizar estudios sobre el uso de tecnologías enzimáticas en el néctar de guanábana
- Se debería realizar estudios sobre el uso de tecnologías de enzimas pépticas en la cáscara de guanábana.
- Realizar estudios fotoquímicos y nutricionales de los componentes activos de la guanábana, cultivadas en la región Piura.

FUENTE BIBLIOGRÁFICA

- Alvarado Eduardo. (2011). Repositorio de Tesis. Ecuador.
- Amaro, L. (2015). Métodos de superficie de respuesta y otros enfoques para la optimización de procesos. Perú
- Agroecostasaj. (2017). La guanábana. Características. Lima.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists International. (2005). Official methods of analysis. USA.
- Benito J. *et. al* (2013). Estadística descriptiva Departamento de Análisis Matemático Universidad de La Laguna. España.
- Benites Victoria. (2013). Densidad y volumen de frutas sin azúcar.
- Briones, Juan. (2011). El ciclo de Deming como herramienta de Manufactura Esbelta y la Optimización de procesos en la industria farmacéutica.
- Calzada, B. (1998). Frutos Nativos Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Castillo W (2012). Efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de membrillo (*Cydonia oblonga* L.). Tesis UNT. Trujillo Perú.
- Cheftel C. (1992). Bioquímica de los alimentos. Zaragoza. España
- Colombia, U. N. (2011). Introducción a la Metodología de superficie de respuesta: Diseño experimental para postgrados. Colombia.
- Costell, E.(2005).Análisis sensorial en el control de aseguramiento de la calidad de los alimentos. Centro tecnológico Nacional de la conserva y la alimentación. Valencia España.
- Diazaraque, J. M. (2010). Introducción al diseño de experimentos. Universidad Carlos III de Madrid.

- Día, C. (2010). Agricultura del Perú para el mundo. Obtenido de Mercados de Jugos de Frutas Peruanas. Lima.
- Ficha técnica de pulpa de Guanábana congelada.(2014), setiembre. Colombia.
- Ficha técnica de pulpa de Guanábana natural. (2013). SENSEI SAS. Código: FTPT-012, diciembre .Colombia
- Fanny, M. A. (2014). Obtenido de Superficie de Respuesta: Slideshare.
- Gil, G. G. (2008). Evaluación sensorial y físico química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones. Facultad de ingeniería UDEP. Orticuture Internacional.
- Lorena Garitta, G. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid: Programa CYTED.
- López, M. (2015). Determinación de parámetros apropiados en la preparación de néctar de guayaba (*Psidiumguajava spp*). Tesis para optar título profesional. Universidad Nacional de Piura.
- López Calderón Elmer, Arteaga Miñano Hubert, Castro Santander Publio, e Nolasco Pérez Irene, Siche Raúl. (2012). El Método de Superficie Respuesta y la Programación Lineal en el desarrollo de un néctar mixto de alta aceptabilidad y mínimo costo. Scientia Agropecuaria. Universidad Nacional de Trujillo.
- Manual de laboratorio de Ciencias Biológicas. (2016). Microbiología. UNP.
- Montgomery, D. C. (2004). Diseño y Análisis de Experimentos. México D.F: Limusa S.A de C.C Grupo Noriega Editores.
- Montgomery, D. (2005). Diseño y Análisis de experimentos. 2da Edi. México: Limusa-Wiley.
- Neyra Juana.(2010). Análisis de incertidumbre para resultados de códigos termo-hidráulicos de mejor estimación. Tesis. Agosto.
- Norma Técnica Peruana (NTP). 203.110.2009. Jugos, Néctares y bebidas de fruta. Lima
- Piqueras, V. Y. (2015). Metodología de la superficie de respuesta. Universidad Politécnica de Valencia.

- Revista de ciencia y tecnología. (s.f.). Obtenido de Infinitum N:
<http://investigacion.unjfsc.edu.pe/revistas/InfinitumVol1N1/files/assets/basic-html/page29.html>.
- Rodríguez, M.; Lemma, A. (2005). Planeamiento de experimentos y optimización de procesos. Edit. Casa do Pao. Brasil.
- Salazar Humberto.(2008). Análisis y diseño de experimentos. México.
- Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (1975). Lima Perú.
- UNAM, E. P. 2008. Diseño Estadístico de Experimentos aplicados a la Industria de Alimentos. Universidad Nacional Autónoma. México.
- UNALM. Universidad Agraria la Molina.(1984).Lima-Perú.
- Universidad de Costa Rica. (s.f.). Obtenido de
[file:///C:/Users/LuisFelipe/Downloads/Gamboa-White_et_al._RVCTA-V1N1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LuisFelipe/Downloads/Gamboa-White_et_al._RVCTA-V1N1%20(1).pdf)
- Varilla, P. J. (2014).Optimización. Vicerrectorado de investigación. Obtenido de Repositorio Digital:
<http://190.116.38.24:8090/xmlui/bitstream/handle/123456789/349>.
- Vit, Patricia; Santiago, Bertha; Pérez-Pérez, Elizabeth Mariana.(2014). Composición química y actividad antioxidante de pulpa, hoja y semilla de guanábana *Annona muricata* L Inter ciencia, vol. 39, núm. 5, mayo, pp. 350-353 Asociación Inter ciencia Caracas, Venezuela.

Anexo 01

Prueba de aceptabilidad con escala no estructurada

Producto: Néctar de guanábana

Juez:

Fecha

Pruebe una de las muestras que tiene ante ud, usando la escala que se indica.

Marque con una pequeña cruz o una raya perpendicular, el lugar donde considere que corresponde a la aceptación que le otorga el producto ya sea cerca del mínimo, cerca del centro o cerca del máximo.

ACEPTACION GENERAL

Me disgusta

Me gusta

Me gusta mucho

Ficha de evaluación de aceptabilidad general de néctar de guanábana

Fuente: Costell,2005

Anexo 02: Cartillas utilizadas en la evaluación sensorial

Formato 01. Hoja de calificaciones para una categorización cuantitativa según apreciaciones hedónicas para COLOR.

Nombre del
juez:.....Fecha:.....

Muestra evaluada: Néctar de guanábana....., tratamiento N°.....

COLOR

Escala de medición	Puntaje	Clasificación de muestras									
		1	2	3	4	5	6	7	8..	12	
Me gusta mucho	5										
Me gusta moderadamente	4										
No me gusta ni me disgusta	3										
Me disgusta moderadamente	2										
Me disgusta mucho	1										

Nota: Por favor enjuagarse la boca después de cada prueba, por lo menos unos 10 segundos.

Comentario:

.....
.....
.....

CARTILLAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Formato 02. Hoja de calificaciones para una categorización cuantitativa según apreciaciones hedónicas para OLOR.

Nombre del
juez:.....Fecha:.....

Muestra evaluada: Néctar de guanábana..., tratamiento N°.....

OLOR

Escala de medición	Puntaje	Clasificación de muestras									
		1	2	3	4	5	6	7	8..	12	
Me gusta mucho	5										
Me gusta moderadamente	4										
No me gusta ni me disgusta	3										
Me disgusta moderadamente	2										
Me disgusta mucho	1										

Nota: Por favor enjuagarse la boca después de cada prueba, por lo menos unos 10 segundos.

Comentario:

.....
.....
.....

CARTILLAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Formato 03. Hoja de calificaciones para una categorización cuantitativa según apreciaciones hedónicas para SABOR

Nombre del
juez:.....Fecha:.....

Muestra evaluada: Néctar de guanábana..., tratamiento N°.....

SABOR

Escala de medición	Puntaje	Clasificación de muestras									
		1	2	3	4	5	6	7	8..	12	
Me gusta mucho	5										
Me gusta moderadamente	4										
No me gusta ni me disgusta	3										
Me disgusta moderadamente	2										
Me disgusta mucho	1										

Nota: Por favor enjuagarse la boca después de cada prueba, por lo menos unos 10 segundos.

Comentario:

.....
.....
.....

Anexo 03: Resultados de la evaluación hedónica para cada atributo.

Resultado 01: Color

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
2	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4
3	3	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4
4	4	4	4	3	4	5	5	4	4	4	3	3
5	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4
6	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4
7	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4
8	4	3	4	4	4	5	5	5	4	5	4	3
9	4	3	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5
10	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4

Resultado 02: Olor

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9			
1	4	4	4	4	5	4	4	4	4			
2	4	4	4	4	5	5	4	5	4			
3	4	5	4	4	4	4	4	5	4			
4	3	3	5	4	4	5	4	5	4			
5	3	4	4	5	4	4	5	5	4			
6	3	4	4	5	4	5	5	4	4			
7	4	4	5	4	4	5	5	4	4			
8	3	4	4	4	4	4	5	4	5			
9	4	3	4	4	4	5	4	4	4			
10	4	4	4	4	4	4	4	5	4			

Resultado 03: Sabor

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
1	3	3	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4
2	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3
3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	3	4	4	4	5	5	4	4	5	3	4	4
5	3	4	3	3	5	5	4	4	4	4	3	5
6	3	4	4	3	5	4	4	5	5	3	4	4
7	4	3	3	4	4	5	4	5	5	5	5	5
8	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
9	3	4	3	4	4	5	4	5	4	3	3	4
10	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4

Anexo 04: Portada de la NTS minsa/digesa-v.01. norma sanitaria que establece los criterios de microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

NTS N° - MINSA/DIGESA-V.01.
NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

1. FINALIDAD

La presente norma sanitaria se establece para garantizar la seguridad sanitaria de los alimentos y bebidas destinados al consumo humano, siendo una actualización de la Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM que aprobó los "Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".

2. OBJETIVO

Establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma sanitaria es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional, para efectos de todo aspecto relacionado con la vigilancia y control de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos.

4. BASE LEGAL Y TÉCNICA

Base legal

- Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007-98-SA.

Base técnica

- Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del *Codex Alimentarius* (CAC/GL-21, 1997).
- Microorganismos de los Alimentos 2. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos: Principios y aplicaciones específicas. ICMSF. 2da. Edición. 1999.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. DEFINICIONES OPERATIVAS

Para fines de la presente Norma Sanitaria se establecen las siguientes definiciones:

Alimentos aptos para consumo humano: Alimentos que cumplen con los criterios de calidad sanitaria e inocuidad establecidos por la norma sanitaria.

Alimento: Toda sustancia elaborada, semielaborada o en bruto, que se destina al consumo humano, incluido el chicle y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la elaboración, preparación o tratamiento de "alimentos", pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni las sustancias que se utilizan únicamente como medicamentos.

1

Alimentos para regímenes especiales: Alimentos elaborados o preparados especialmente para satisfacer necesidades determinadas por condiciones físicas o fisiológicas particulares. La composición de esos alimentos es fundamentalmente diferente de la composición de los alimentos ordinarios de naturaleza análoga. Están incluidos los alimentos de uso infantil, destinados a Programas Sociales de Alimentación (PSA).

Alimento ácido: Todo alimento cuyo pH natural sea de 4,6 o menor.

Anexo 05: Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
JUEZ 1	12	69	5.75	15.01
JUEZ 2	12	65.7	5.475	4.260227273
JUEZ 3	12	81.2	6.766666667	4.600606061
JUEZ 4	12	71.1	5.925	9.972954545
JUEZ 5	12	70.3	5.858333333	8.235378788
JUEZ 6	12	61.5	5.125	5.872954545
JUEZ 7	12	71.2	5.933333333	5.420606061
JUEZ 8	12	59.6	4.966666667	4.504242424
JUEZ 9	12	58.8	4.9	4.201818182
JUEZ 10	12	69.5	5.791666667	4.789924242
JUEZ 11	12	72.7	6.058333333	6.320833333
JUEZ 12	12	76.6	6.383333333	6.861515152
JUEZ 13	12	93.2	7.766666667	14.54606061
JUEZ 14	12	72.7	6.058333333	7.962651515
JUEZ 15	12	70.3	5.858333333	9.891742424
JUEZ 16	12	68.9	5.741666667	13.69719697
JUEZ 17	12	61	5.083333333	6.145151515
JUEZ 18	12	77.1	6.425	11.00022727
JUEZ 19	12	65.5	5.458333333	13.05901515
JUEZ 20	12	77	6.416666667	15.56515152
JUEZ 21	12	75.1	6.258333333	15.24992424
JUEZ 22	12	77.2	6.433333333	10.93333333
JUEZ 23	12	64.1	5.341666667	4.075378788
JUEZ 24	12	75.2	6.266666667	7.900606061
JUEZ 25	12	56.2	4.683333333	4.754242424
JUEZ 26	12	84.2	7.016666667	6.203333333
JUEZ 27	12	68.4	5.7	10.53454545
JUEZ 28	12	68.1	5.675	6.4875
JUEZ 29	12	71.4	5.95	16.97545455
JUEZ 30	12	58.1	4.841666667	6.728106061

M1	30	128.4	4.28	2.957517241
M2	30	133.7	4.456666667	1.706678161
M3	30	161.2	5.373333333	5.455816092
M4	30	169.4	5.646666667	3.13291954
M5	30	121.1	4.036666667	4.496195402
M6	30	109	3.633333333	2.165747126
M7	30	170.8	5.693333333	3.632367816
M8	30	92.2	3.073333333	1.18754023
M9	30	262.6	8.753333333	10.7874023
M10	30	248.5	8.283333333	4.830402299
M11	30	246.8	8.226666667	2.882712644
M12	30	267.2	8.906666667	9.924781609

**Anexo 06: Resultados de la prueba no paramétrica del diseño central
compuesto rotacional**

JUEZ	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1	1	1	3.2	4	5.3	2.9	5.6	3.9	9.5	11.5	12.2	8.9
2	4.6	5.3	5	5	3.6	1.5	8	4.3	6.3	9	7.8	5.3
3	3.6	7.3	7.4	7.5	5.5	6.9	5.7	2.7	9.6	10	8	7
4	4.6	5.2	2.1	6.1	6.1	3.1	3.2	2.3	9.8	12	7.6	9
5	5.6	5.6	3.3	3	2	3.6	8.8	2.8	8.6	8.5	8.9	9.6
6	5.1	6.2	1.4	3.9	3.9	4	6.5	2.5	5.1	8.6	10	4.3
7	8	4.5	5.4	6.5	2	4.5	9	3	6.7	4.6	9.4	7.6
8	1.5	5.1	2.8	5	5	4.8	3.6	3	6.5	8.8	8.1	5.4
9	2.5	3.1	5.3	4	5.3	4.9	3.6	1.6	7.1	5.6	7.6	8.2
10	4.8	5.5	3.4	4.3	4.3	4.2	5.4	3.4	9.6	9	8.1	7.5
11	2.1	5.2	6.7	9.5	9.5	4	4	2.8	6.9	9	6.2	6.8
12	4.2	4.8	7.5	5.3	5.3	5.6	3.6	3	8.9	12	8.6	7.8
13	4.2	4.6	8.2	10	10	5.1	4.3	3.1	13.7	7.5	7.6	14.9
14	3	5.5	5.3	7.2	2	3.3	3.9	5	10.2	8.3	9.9	9.1
15	4	3.7	5.4	8.1	1.5	2.8	3.4	4.3	10.5	8	7.2	11.4
16	5.3	4.7	3.5	3.2	3.2	2.3	4.3	2.6	12.5	7.4	6.5	13.4
17	2.8	4.6	6.8	7	2.9	3.9	7	3	3.5	10.5	6.6	2.4
18	6.8	3.6	5.1	4.2	4.2	2.1	5.9	5	12.1	7.4	7.5	13.2
19	3.7	5.2	3.3	5.1	2.8	1.5	3.8	1.5	11	7	7.6	13
20	4.6	3.7	2.5	6.9	1.5	5.7	4.6	4.6	14.2	6.6	8.8	13.3
21	5	1.3	2.7	4.4	4.4	5	5.6	4	14.5	6	11.2	11
22	3.2	4.1	4.5	6	4.3	2.6	9.4	3.4	8.8	7.4	11.5	12

23	4.6	4.1	5.3	4.8	4.8	3.8	8.4	2.4	7	6.2	9.2	3.5
24	4	5	5	4.9	4.9	3.3	6.5	2.5	10.9	9.5	8.7	10
25	5.6	2.6	5.6	6.6	1	5	5.2	1.5	2.6	6.6	7.3	6.6
26	9	4.8	9.6	5.8	5.8	1.9	6.9	5	8.7	6.9	10	9.8
27	4	4.5	8.8	5.8	2.9	1.6	5	1.3	11.5	7	5.6	10.4
28	3.3	5.2	8.5	6.5	2.5	5.5	6.4	3.5	3	11.5	6	6.2
29	2.6	3.2	10.3	6.2	2	2.2	4.2	1.2	10.5	12.3	5.1	11.6
30	5.1	4.5	7.3	2.6	2.6	1.4	9	3	2.8	3.8	8	8
Promedio	4.28	4.457	5.373	5.647	4.037	3.633	5.693	3.073	8.753	8.283	8.227	8.907

Anexo 7: Fotos

a) En el laboratorio de la Facultad de Zootecnia



Foto1. Iniciando las pruebas microbiológicas



Foto 2. Haciendo el recuento de Microorganismos



Foto3. Recuento de M.O



Foto4. Disponiendo de material de vidrio

b) Laboratorio de agroindustrias UNP



Foto5. Pesando muestras



Foto 6. Determinando cenizas



Foto 7. Termo Balanza

Anexo 08: Informe de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

Campus Universitario S/N - Urb. Miraflores - Castilla
Telefax: 073-34-5223 - Piura-Perú

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA ZOOTECNIA

PRODUCTO	NÉCTAR DE GUANÁBANA
MUESTRA	Muestra recepcionada en el Laboratorio de Tecnología de los Alimentos-FAZ
TESISTA FII.-UNP	Alexander Valladolid Purizaga

RESULTADOS

ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO

- | | |
|------------------------|---------------------------------------|
| 1. Vitamina C | 0.15 mg ácido ascórbico/100 g néctar. |
| 2. Azúcares reductores | 4.91 g glucosa/100 g de néctar |

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Gémenes Mesofilos viables totales:	menor a 10 ufc/ml;
Mohos y levaduras:	menor a 1 ufc/ml
Coliformes totales:	menor a 1 ufc/ml

Piura, 10 de Agosto de 2017.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE ZOOTECNIA


Ing. Roberto Salazar Rios
JEFE DEL LABORATORIO DE TECNOLOGIA-FAZ

Vº P.
F.